

2/1 – NAČRT REKONSTRUKCIJE MOSTU (KR0104) ČEZ SAVO BOHINJKO PRI BOHINJSKI BELI

TEHNIČNO POROČILO

SPLOŠNI PODATKI:

PROJEKT: Rehabilitacija mostu (KR0104) čez Savo Bohinjko pri Bohinjski Beli na R1-209/1089 v km 4,480

Številka projekta: 2/2022

Številka načrta: 2-1/2022

Faza projekta : PZI

DATUM: oktober 2023

Dopolnjeno po recenziji in reviziji, oktober 2024

Pripravila: David Pesek, u.d.i.g.

Iztok Turk, u.d.i.g.

VSEBINA TEHNIČNEGA POROČILA

1	SPLOŠNO	4
1.1	NAMEN.....	4
1.2	PODLOGE.....	4
2	ELEMENTI KOMUNIKACIJ	5
2.1	Kot križanja.....	5
2.2	Na objektu.....	5
2.2.1	Obstoječi most	5
2.2.2	Rekonstruiran obstoječi most.....	5
2.3	Pod objektom.....	5
3	POGOJI TEMELJENJA	6
4	HIDROLOŠKI POGOJI.....	7
5	OPIS OBSTOJEČEGA OBJEKTA.....	8
5.1	ZASNOVA OBSTOJEČEGA MOSTU	8
5.2	OPIS POŠKODB IN STANJE MOSTU.....	9
6	REKONSTRUKCIJA MOSTU.....	11
6.1	REKONSTRUKCIJA IN SANACIJA PREKLADNE KONSTRUKCIJE.....	11
6.1.1	SANACIJA KROVA, ODVODNJE IN OGRAJ	11
6.1.2	SANACIJA AB VOZIŠČNE PLOŠČE	12
6.1.3	SANACIJA, REKONSTRUKCIJA IN OJAČITEV JEKLENIH NOSILCEV.....	15
6.2	PREDNAPENJANJE	17
6.3	IZDELAVA IN MONTAŽA JEKLENE KONSTRUKCIJE.....	18
6.4	KONTROLA KVALITETE JEKLENE KONSTRUKCIJE	19
6.5	REKONSTRUKCIJA PODPORNEGA SISTEMA	20
6.6	OPREMA IN DETAJLI	22
6.6.1	Dilatacije.....	22
6.6.2	Ležišča	22
6.6.3	Komunalni vodi	22
6.6.4	Hidroizolacija voziščne plošče.....	23
6.6.5	Merilni čepi	23
6.6.6	Potresna varovala	23
6.6.7	Ograje, hodniki in robniki.....	23
6.6.8	Ozemljitev	24
6.6.9	Odvodnja na objektu.....	24
6.6.10	Zasipi in prehodne plošče	24

6.6.11	Hidroizolacija zasutih površin	25
6.7	Varovanje gradbene jame	25
6.8	DELOVNI ODER	25
6.9	TEHNOLOGIJA IZVEDBE	25
7	MATERIALI	28
7.1	OBSTOJEČA KONSTRUKCIJA	28
7.2	REKONSTRUKCIJA IN OJAČITVE	28
7.2.1	BETON in ARMATURA:	28
7.2.2	KONSTRUKCIJSKO JEKLO	28
7.2.3	JEKLO ZA PREDNAPENJANJE:	29
7.2.4	REPARATurna MALTA	29
8	STATIČNI IZRAČUN	29
9	MONITORING in OBREMENILNI PREIZKUS	30
10	ZAKLJUČEK	31

1 SPLOŠNO

1.1 NAMEN

Obstoječi most (KR0104) pri Bohinjski Beli se nahaja na cesti R1-209/1089 v km 4,480 in premošča reko Savo Bohinjko s štirimi razponi. Most dolžine cca. 133 m in skupne širine 10,5 m je bil zgrajen leta 1980.

Obstoječi most je v precej slabem stanju. Oprema mostu je dotrajana, na konstrukciji pa je bilo odkritih precej poškodb, tako da je potrebna temeljita rekonstrukcija objekta.

Pred pričetkom projektiranja smo v letu 2022 izvedli Detajlni pregled premostitvenega objekta, ki je tudi sestavni del PZI projekta rehabilitacije mostu. Pri detajlnem pregledu objekta je bilo ugotovljeno, da prihaja do intenzivnega zamakanja prekladne in podporne konstrukcije, kar bistveno vpliva na trajnost objekta. Nosilnost objekta je zaradi lokalnih korozijskih poškodb nosilne jeklene konstrukcije (redukcija prereza jeklenih nosilcev) nekoliko zmanjšana.

Skladno s projektno nalogo je potrebno izdelati projekt rehabilitacije mostu (KR0104) na osnovi aktualnih predpisov, standardov, smernic, dognanj stroke, itn.

Meja obdelave je predvidena od km 4,350 do km 4,790. Širine voznih pasov na obstoječem objektu ustrezajo novim pravilnikom in se jih ohrani kot v obstoječem stanju. Za zagotavljanje varnosti na objektu se skladno z aktualnimi predpisi predvidi JVO na obeh straneh.

V fazi idejne zasnove sta bili izdelani 2 variantni rešitvi. V osnovni varianti je bila pripravljena rehabilitacija obstoječega mostu z rekonstrukcijo podpornega sistema in rekonstrukcijo in ojačitvami prekladne konstrukcije. Zaradi precejšnjih poškodb na objektu, računske prekoračene nosilnosti prekladne konstrukcije glede na današnje predpise ter iz tehnološkega vidika pričakovano zahtevne rehabilitacije objekta je bila pripravljena še varianta (KPP) z zamenjavo komplet prekladne konstrukcije. S strani predstavnika naročnika je bila izbrana prva varianta z rehabilitacijo obstoječega objekta (rekonstrukcija prekladne in podporne konstrukcije), ki je predmet PZI projekta.

1.2 PODLOGE

- [1] PGD MOST ČEZ SAVI C BOH. BELI NA CESTI II/315, št.: M 558; PROJEKT-NIZKE ZGR.; januar 1978 → [arhivska dokumentacija](#)
- [2] GEOLOŠKI ELABORAT CESTA SOTESKA – BOH. BELA; št.: 3808/334 GT; ZRMK, april 1977 → [arhivska dokumentacija](#)
- [3] PZI MOST ČEZ SAVO V BOH. BELI NA CESTI II/315, PODPORNNA KONSTRUKCIJA, št.: M-597; PROJEKT-NIZKE ZGR.; junij 1979 → [arhivska dokumentacija](#)
- [4] PZI MOST BOHINJSKA BELA; PREKLADNA KONSTRUKCIJA, INŠTITUT ZA METALNE KONSTRUKCIJE; december 1979 → [arhivska dokumentacija](#)
- [5] Elaborat detajlnega pregleda premostitvenega objekta; Most KR0104, Bohinjska Bela čez Savo Bohinjko; Poročilo št.: 346-KON-22, IGMAT d.d. julij 2022
- [6] PZI Načrt ceste R1-209/1089, v km 4,410 – km 4,710; st. načrta: 11-744/22, GIRI d.o.o., avgust 2023
- [7] PZI Načrt vodnogospodarske ureditve, št. načrta: IV – 120/22, IZVO-R d.o.o., september 2023
- [8] Geološko-geotehnično poročilo, št. načrta 82 262/22, Geoinženiring d.o.o., marec 2023

2 ELEMENTI KOMUNIKACIJ

2.1 Kot križanja

Obstoječi most prečka Savo Bohinjko pod kotom cca. 80°.

2.2 Na objektu

2.2.1 Obstoječi most

robni venec z ograjo za pešce:	=	0,25 m
hodnik za vzdrževalce:	=	1,30 m
cestišče: 2 x 0,2 + 2 x 3,5	=	7,40 m
hodnik za vzdrževalce:	=	1,30 m
<u>robni venec z ograjo za pešce:</u>	=	<u>0,25 m</u>
Skupaj:	=	10,50 m

2.2.2 Rekonstruiran obstoječi most

Ograja (na zunanji strani robnega venca):	=	0,11 m
hodnik za vzdrževalce:	=	0,80 m
JVO in varnostna širina:	=	0,70 m
cestišče: 2 x 0,25 + 2 x 3,5	=	7,50 m
JVO in varnostna širina:	=	0,70 m
hodnik za vzdrževalce:	=	0,80 m
<u>Ograja (na zunanji strani robnega venca):</u>	=	<u>0,11 m</u>
Skupaj:	=	10,62 m

Trasa ceste poteka na območju prečkanja struge Save Bohinjke v S – krivini z obojestranskima radijema 250 m in vmesnima prehodnicama dolžin 81,70 m v konkavni vertikalni zaokrožitvi. Radij vertikalne konkavne zaokrožitve znaša 2400 m.

2.3 Pod objektom

Obstoječi most prečka Savo Bohinjko pod kotom cca. 80°. Svetla višina pod konstrukcijo obstoječega mostu do normalnega pretočnega nivoja reke je cca. 9,5 m, svetla višina do Q100 pa cca. 3,3 m.

3 POGOJI TEMELJENJA

Geotehnične razmere

Geološka sestava tal je povzeta iz arhivskih vrtin G2a in G3a, ki sta bili izvedeni na mestu krajnih podpor. Na podlagi vrtin ugotavljamo, da se na bregovih in v strugi nahaja tanjša plast prod, na brežinah pa bočna morena (pobočni grušč). Sledi ca 25 m debela plast jezerske krede, ki jo gradijo glinasto meljne zemljine, ki so v lahkognetnem do težkognetnem konsistenčnem stanju. Na globini 37 oziroma 44 m pod površjem se nahaja nosilna plast prod in peska (talna morena) z večjimi samicami apnenca in slabo sprijetega konglomerata.

Osnovni podatki o arhivskih vrtinah so podani v preglednici 1, podrobni geotehnični profili vrtin pa so podani v prilogi P.1. Vrtini sta prikazani tudi na grafičnih prilogah (pregledna situacija, vzdolžni prerez).

PREGLEDNICA 1: OSNOVNI PODATKI O ARHIVSKIH RAZISKOVALNIH VRTINAH

Zap. št.	Oznaka vrtine	Koordinate ustja vrtine (D96/TM)*			Globina [m]	Podzemna voda [m]
		x	y	z		
1	G2a	134 475	428 352	~ 440	50	n.p.
2	G3a	134 420	428 237	~ 440	58	n.p.

OPOMBE: * okvirne lokacije vrtin na podlagi arhivskih podatkov, v arhivskih podatkih so višinske kote ustja vrtin za ca 1,8 m višje od novih podatkov (geodetski posnetek)

Podatki o temeljenju mostu (premer in kota dna pilotov, popis zemeljskih slojev iz izkopa za pilote) so povzeti iz gradbenega dnevnika SGP Gradbinec. Temeljenje mostu je izvedeno na AB pilotih premera 150 cm. Izjema je pilot P3, ki je v spodnjem delu zožen na 100 cm. Vsaka podpora je temeljena na dveh pilotih. Piloti s konico segajo 2 do 3 m v sloj talne morene. Kopije strani iz gradbenega dnevnika, ki se nanašajo na temeljenje mostu, so podane v prilogi P.2.

V nadaljevanju so v preglednici 2 za posamezne zemeljske sloje podane materialne karakteristike, ki so bile uporabljene v geomehanskih izračunih projektnega odpora, posedkov in modulov podajnosti, v preglednici 3 pa so podane obremenitve pilotov, ki jih je posredoval projektant in povzetek rezultatov geomehanskih izračunov. Vhodni podatki in podrobni izračuni so podani v prilogi P.3.

Geomehanski izračuni so bili izvedeni v skladu z EC7.

PREGLEDNICA 2: MATERIALNE KARAKTERISTIKE ZEMELJSKIH SLOJEV

Material	Globina pojavljanja [m]	Prostorninska teža [kN/m ³]	Strižni kot ϕ [°]	Elastični modul E_y [kPa]
Peščena glina (lgn, sgn., tgn. k.)	2 - 11	18	26	3 000
Peščena glina (tgn.k.)	8 - 38	18	26	3 000
Grušč	38 - 40	21	37	40 000
Pesek, prod	27 - 29	20	35	35 000

PREGLEDNICA 3: OBREMNITVE IN PROJEKTNI ODPORI (PILOTI PREMERA 150 CM)

Os	Pilot	Obremenitev pilota (MSN) [kN]	Projektni odpor [kN]		Posedek pod nogo pilota [cm]	Vertikalni modul podaj. c_v [kN/m ³]
			posamezen pilot	piloti v skupini		
1	P3*	5 875	7 389	7 175	4,3	57 644
	P4	5 864	14 777	14 135	3,8	65 451
2	P1	10 088	13 165	12 593	6,7	63 401
	P2	10 043				
3	P7	10 509	19 407	18 565	5,6	78 316
	P8	10 468				
4	P5	6 434	20 332	19 449	3,4	80 366
	P6	6 423				

OPOMBE: * spodnji del pilota premera 100 cm

Za posamezne karakteristične sloje so horizontalni moduli podajnosti za pilote premera 100 cm in več:

- sloj peščene gline (globina 2 do 11 m): $c_h = 1\,500 \text{ kN/m}^3$,
- sloj peščene gline (globina 11 do 38 m): $c_h = 3\,000 \text{ kN/m}^3$,

- sloj gostega peska, proda: $c_h = 35\,000\text{ kN/m}^3$,
- sloj gostega gruščja: $c_h = 40\,000\text{ kN/m}^3$.

SEZMIČNOST TERENA

Projektni pospešek tal je po SIST EN 1998-1:2005/A101:2009 enak največjemu pospešku tal. To je največja absolutna vrednost zapisa pospeška na prostem površju. Projektni pospešek tal na obravnavani lokaciji povzemamo po novi Karti potresne nevarnosti in znaša $a_g = 0,225\text{ g}$.

Tip tal na obravnavani lokaciji uvrščamo v tip tal D, to so sedimenti rahlih do srednje gostih nevezljivih zemljin ali pretežno mehkih do trdnih vezljivih zemljin. Koeficient tal S za tip tal D je $S = 1,35$.

4 HIDROLOŠKI POGOJI

Za potrebe rehabilitacije mostu KR0104 čez Savo Bohinjko pri Bohinjski Beli je bila izvedena hidrološko-hidravlična analiza in presoja vpliva rekonstrukcijskih in sanacijskih del na strugo reke Save Bohinjke.

Pretočne razmere v mostnem prerezu Save Bohinjke pri Obrnrah:

Prerez	Pretok	m^3/s	Kota gladine	Dno	Globina	Hitrosti
560	Q10	503	462.04	456.56	5,48	3.35
50	Q100	692	462.72	456.56	6,16	3.87
50	Q500	804	463.08	456.56	6,52	4.13
49	Q10	503	461.9	456.56	5,34	3.48
49	Q100	692	462.53	456.56	5,97	4.05
49	Q500	804	462.88	456.56	6,32	4.33

Visoke vode Save Bohinjke so na obravnavanem območju znotraj širšega območja struge. Pri visokih vodah so poplavljeni le nekatere berme-znižana območja v območju struge.

Kot je razvidno iz grafične priloge 2. Karta poplavne nevarnosti in karta razredov poplavne nevarnosti (elaborat HHA), na območju veljavnosti rezultatov, kjer so predvidene ureditve ni prisotnega razreda poplavne nevarnosti. To pomeni, da so posegi skladno s prilogo 1 iz »Uredbe« (vključeno v HHA) kar se tiče poplavne nevarnosti dovoljeni.

5 OPIS OBSTOJEČEGA OBJEKTA

5.1 ZASNOVA OBSTOJEČEGA MOSTU

Obstoječi most (KR0104) pri Bohinjski Beli se nahaja na cesti R1-209/1089 v km 4,480 in premošča reko Savo Bohinjko s tremi razponi. Most skupne dolžine 133 m in skupne širine 10,5 m je bil zgrajen leta 1980.

Trasa preko mostu poteka v S-krivini, vsled česar se menja na mostu tudi smer prečnega sklona. Niveleta preko mostu poteka v vertikalni konkavni zaokrožitvi z radijem $R=2400$ m. Prekladna konstrukcija je zasnovana kot kontinuirna preko treh polj z razponi $35 + 60 + 35$ m. Sestavljena je iz dveh jeklenih nosilcev s statično višino 1,5 m in AB plošče, pri čemer je 2. polje, ki ima razpon 60 m, izvedeno kot sovprežno. Most je zasnovan kot ena zavora enota.

Osni razmik obeh glavnih jeklenih nosilcev je 5,50 m. Močni prečni skloni so doseženi z različnim višinskim položajem obeh nosilcev v prečni smeri, ki sledita niveletam leve in desne strani vozišča. Glavna jeklena nosilca sta varjenega škatlastega prereza, konstantne statične višine 1500 mm. Zgornja pasnica je širine 900 mm, spodnja pa 1150 mm, s čimer je bilo omogočeno opiranje opaža plošče na spodnjo pasnico. Zgornji rob nosilcev je raven, vse spremembe debeline so izvedeno navzdol. Stojine in pasnice so proti izbočenju ojačane s prečnimi okvirji na razmakih cca. 4,0 m in z vzdolžnimi horizontalnimi ojačitvami. Nad opornikih in vmesnih podporah sta nosilca med seboj povezana s togimi prečniki, ki so bili dimenzionirani na morebitno dvigovanje konstrukcije. Jeklena nosilca potekata tlorisno v krajnem polju na blejski strani in v srednjem polju v premi, v polju na strani proti Bohinju pa v rahli krivini z radijem cca. 265 m. Prekladna konstrukcija točnemu poteku ceste sledi s spreminjajočimi dolžinami AB konzol.

V delu sovprežne konstrukcije sta jeklena nosilca z betonsko ploščo povezana z mozniki (čepi z glavo) in zankami. V preostalem delu pa je betonska plošča prosto položena preko jeklenih nosilcev. Betonska plošča je na tem območju z jeklenimi nosilci v prečni smeri povezana z mestoma privarjenimi čepi. S projektom je bilo predvideno, da se okoli teh čepov v vzdolžni smeri pusti v betonu prazen prostor, ki omogoča v vzdolžni smeri nemoteno pomikanje AB plošče. Dejanska izvedba tega detajla ni nikjer evidentirana. Betonska plošča je konstantnega prereza po dolžini mostu, le v sovprežnem delu je plošča med nosilcema odebeljena.

Obstoječa neoprenska ležišča na opornikih so kvadratna in dimenzije $350 \times 450 \times 126$ mm, na vmesnih podporah pa valjasta in dimenzije $\Phi 700 \times 190$ mm. Vsa obstoječa ležišča so v prečni smeri potresno zavarovana.

Vse podpore so globoko temeljene na po dveh uvrtnih AB pilotih premera $\Phi 150$ cm dolžine od cca. 30 – 45 m. Piloti se nad terenom nadaljujejo kontinuirno, kot okrogli armirani stebri istega prereza, in so na vrhu povezani z AB prečniki. Dolžine stebrov so od cca. 6 do 8,5 m. V osi 1 je zaradi težav pri izvedbi AB pilotov konica pilota v dolžini 6,0 m bila izvedena s premerom 1,0 m.

Obstoječi jekleni ograji z vertikalnimi polnili, višine 1,0 m, sta vpeta v robna venca. Obstoječi izlivniki s prostim iztokom so izvedeni na razmaku cca. 10 m. Prehoda z objekta sta izvedena z jekleno konstrukcijsko dilatacijo tipa Maurer D60.

Skladno z arhivsko dokumentacijo so bili v delavnici izdelani 15 m segmenti jeklene konstrukcije, ki so se na gradbišču zavarili v celoto. Oba nosilca se je sukcesivno s pomočjo vitla povleklo preko podpor in montažne začasne podpore, ki je bila postavljena na polovici najdaljšega polja v strugi reke Save Bohinjke. Vlačenje nosilcev se je vršilo v osi mostu preko prečnih nosilcev vmesnih podpor. Po končanem vlečenju se je nosilca postavilo v končno lego in zavarilo prečne nosilce. Izvedba AB plošče je bila predvidena brez prekinitev in sicer od obeh krajnih opornikov proti sredini. Odstranitev začasne podpore je bila predvidena po cca. 28 dneh po betoniranju.

**Montaža jeklene konstrukcije temelji na podlagi arhivske dokumentacije. Sistem gradnje obstoječega objekta z vmesno podporo ima vpliv na statiko objekt in je zaradi tega povzet v tehničnem poročilu.*

5.2 OPIS POŠKODB IN STANJE MOSTU

Na podlagi rezultatov detaljnega pregleda objekta ter izvedenih terenskih in laboratorijskih preiskav je ocenjeno, da je trenutno stanje celotnega objekta relativno slabo. Nosilna konstrukcija izkazuje nekaj pomembnih poškodb. V nadaljevanju so povzete bistvene poškodbe:

PODPORNA KONSTRUKCIJA:

- Na krajnem oporniku v osi 1 se pojavlja močno in obsežno zamakanje preko dotrajane dilatacije. Na zaledni steni se pojavljajo mesta luščenja zaščitnega sloja betona in korozija razgaljene armature.
- Pri vmesni podpori v osi 2 se v nivoju struge pojavlja erozija gorvodnega stebra do globine armature. Zamakanje preko poškodovanega sistema odvodnje se pojavlja tudi na kapi stebra. Na zgornjih delih obeh stebrov se pojavljajo mrežaste in vertikalne razpoke.
- Podporni sistem v osi 3 izkazuje večje število konstrukcijsko manj pomembnih poškodb.
- Na krajnem oporniku v osi 4 se pojavlja močno in obsežno zamakanje preko dotrajane dilatacije. Na močno zamočenih mestih se že pojavlja korozija armature. Na oporniku je prav tako prisotnih več vertikalnih razpok.
- Krilni zid v osi 1 na gorvodni strani izkazuje eno pomembnejšo poškodbo in sicer se v osrednjem delu krilnega zidu spodaj pojavlja eno močnejše razpokano mesto, kjer je prišlo do preloma betonskega prereza in izklona dveh debelejših armaturnih palic.
- V osrednjem delu krilnega zidu v osi 1 na dolvodni strani se je pojavila močna vertikalna razpoka debeline cca. 3,0 cm, ki poteka preko celotne višine krilnega zidu.
- V krilnih zidovih v osi 5 nismo zaznali pomembnejših poškodb.
- Pri vmesni podpori v osi 2 je vidna erozije zaščitne betonske plasti stebra.

PREKLADNA KONSTRUKCIJA

- Preko celotnega razpona prekladne konstrukcije se v plošči pojavljajo poškodbe, ki so povezane predvsem z zamakanjem. Zamakanje samo povzroča luščenje zaščitnega sloja betona nad armaturo, korozijo armature in zasiganje zamočenih površin. Na oluščenih mestih je lahko vidna mehka armatura, ki pa ni pomembneje korodirana. Celotna plošča ima prečne razpoke debeline do 0,75 mm, ki se pojavljajo v rastru z razmaki od 0,5 m do 3,0 m. **V krajnih ter delno tudi v osrednjem polju je med vzdolžnimi jeklenimi nosilci in armiranobetonsko ploščo nastala očitna rega v debelini do 6,0 mm.**
- Protikorozijska zaščita vzdolžnih škatlasta nosilca je močno poškodovana in prisotne so intenzivne korozijske poškodbe močno razširjene preko celotnega objekta. Pojavljajo se močna žarišča plastovite korozije v pasnicah in stojinah. Najmočnejše korozijske poškodbe so bile zaznane na zunanjih stojinah obeh nosilcev in na razširitvi spodnje pasnice. **V območju ne-sovprednega dela AB plošče je opazna tudi intenzivnejša korozija zgornje pasnice, ki je vidna predvsem vzdolž zgornjega roba na stiku nosilca in armiranobetonske plošče.**
- V prečnikih PR1 do PR4 se pojavljajo minimalne korozijske poškodbe. Na več mestih je poškodovana in dotrajana protikorozijska zaščita.
- Elastomerna ležišča so v relativno slabem stanju ter izkazujejo druge pomembne konstrukcijske napake, ki vplivajo na nosilnost. Na splošno so prisotne poškodbe AKZ zaščite in poškodbe korozije na pločevinah. Elastomeri so deloma posejeni.
- Dilataciji sta dotrajani, v obeh se pojavlja močna zablatenost in netesnost. Jekleni deli dilatacij so korodirani.
- Krov objekta (hodniki z robnimi venci, asfaltno vozišče) je dotrajan in izkazuje precej poškodb. Enako velja za jekleno ograjo z vertikalnimi polnili. Na podlagi poškodb na spodnji strani prekladne konstrukcije in odvzetih vzorcev se sklepa, da HI na prekladni konstrukciji ni več intaktna kar povzroča precejšno zamakanje AB plošče, jeklenih nosilcev in podpornega sistema.
- Iztočne cevi odvodnjavanja so močno korodirane. Na praktično vseh mestih vgradnje že povzročajo zamakanje po prekladni konstrukciji. Prav tako velja za cevi za pronicajočo vodo, ki so speljane neustrezno in prekratke, ter povzročajo zamakanje po jekleni prekladi konstrukciji.

POVZETEK REZULTATOV TERENSKIH IN LABORATORIJSKIH RAZISKAV

- tlačna trdnost betonov, določena na vseh štirinajstih preizkušancih je dokaj visoka in znaša v povprečju 53,4 MPa, z najnižjo in najvišjo ugotovljeno trdnostjo 38,7 MPa in 84,1 MPa. Prostorninske mase betona so prav tako visoke, kar še dodatno potrjuje kakovost vgrajenih betonov. Povprečna prostorninska masa preizkušancev znaša 2430 kg/m³.
- Iz meritev stopnje korozije jeklenih prereзов je bilo ugotovljeno, da se korozija v spodnjih pasnicah v večji meri pojavlja v razširjenem delu pasnice, ki poteka preko osi stojin. **Stopnja izgube prereza zaradi korozije je bila na spodnjih pasnicah vzdolžnih nosilcev izmerjena od 16% do 37%, na stojinah od 2% do 63% in 64% na ojačitvenem rebu gorvodnega nosilca v osi 4.**
- Iz rezultatov nateznega preizkusa vzorcev jekla glavnih nosilcev je bila ugotovljena natezna trdnost $f_u = 520 - 530$ MPa, kar ustreza jeklu S355. Izvedena je bila tudi kemijska analiza s katero je bila kakovost jekla potrjena.
- Rezultati preizkusov udarne žilavosti so pokazali kakovostni razred jekla S355 J2 oz. S355 K2 z izmerjenimi udarnimi žilavostmi od 66J do 87J.
- Iz rezultatov meritev korozije mehke konstrukcijske armature na izpostavljenih mestih, ocenjujemo da **izguba premera korodiranih palic znaša do 10%.**
- Iz rezultatov izvedenih neporušnih terenskih preiskav je razvidno, da so tlačne trdnosti na celotni konstrukciji v večji meri dokaj homogene. Za vse kontrolirane elemente konstrukcije skupaj v povprečju znašajo 58,3 MPa s povprečnim standardnim odklonom posameznih meritev 10,6 MPa.
- Razvidno je, da je na vseh zamočenih preiskanih mestih v vseh globinah odvzema vsebnost kloridov v betonu v vseh vzorcih visoka in znaša od **0,55% do 12,61% (v voziščni plošči od 0,5 – 9,0 %) kloridov na težo cementa v betonu, ter znatno presega dovoljeno vrednost 0,4%.**
- Vsebnosti sulfatov so v vseh odvzetih vzorcih v normalnih mejah.
- Vrednosti pH betona so v vseh odvzetih vzorcih visoke (pH znaša 10 ali več). Rezultati kažejo na dejstvo, da karbonizacija betona ni prisotna.
- Pojavljajo se skupine palic s premajhnimi debelinami zaščitnega sloja betona. Povprečna minimalna debelina zaščitnega sloja betona vseh preiskav znaša $\bar{a}_{min} = 42,6$ mm, s tem da **najmanjša izmerjena debelina zaščitnega sloja pri vseh preiskavah znaša 5 mm.**
- Odtržne trdnosti betona na vseh preiskanih mestih v povprečju znašajo 2,8 MPa z minimalno in maksimalno vrednostjo 1,1 MPa oziroma 5,4 MPa.

6 REKONSTRUKCIJA MOSTU

6.1 REKONSTRUKCIJA IN SANACIJA PREKLADNE KONSTRUKCIJE

Predvidena je sanacija in rekonstrukcija AB voziščne plošče in jeklenih nosilcev, ki so zaradi zamakanja vsled poškodovane hidroizolacije v precej slabem stanju ter zamenjava komplet krova in opreme objekta. Zaradi lokalnih intenzivnih poškodb na jeklenih elementih je zmanjšanje prereza na teh mestih potrebno nadomestiti oz. izvesti rekonstrukcijo teh mest.

Glede na računsko analiza s trenutno veljavnimi predpisi je pri rekonstruiranem stanju potrebno izvesti tudi ojačitev glavnih nosilcev za zagotovitev potrebnih kriterijev nosilnosti po Evrokod predpisih. Ojačitve se izvedejo z izvedbo prednapetih kablov v območjih, kjer so na obstoječih jeklenih nosilcih prekoračene natezne napetosti ter z jeklenimi lamelami in dodatno betonom visoke trdnosti, kjer pride do prekoračitve tlačnih napetosti na obstoječih elementih jeklenih nosilcev.

Pri izvedbi sanacijskih del betonskih površin je potrebno uporabljati material in izvesti vsa dela skladno s standardi SIST EN 1504-1 do 1504-10.

Določeni ukrepi, ki se na različnih elementih ponavljajo so v nadaljevanju označeni kot »postopkovna navodila« v izogib ponavljanju teksta o detajlni izvedbi in zahtevam.

6.1.1 SANACIJA KROVA, ODVODNJE IN OGRAJ

Izvede se zamenjava kompletnega krova, ograj in opreme objekta. Vsi elementi so detajlno določeni v poglavju »OPREMA IN DETAJLI«. Povzetek glavnih ukrepov:

- I. Odstranitev obstoječega krova in opreme
Odstranitev vseh obstoječih ograj skladno s fazami rekonstrukcije. Hodnika se odreže od robnih vencev ter se ga razreže na primerno velikost za manipulacijo. Robna venca se odstrani mehansko, pri čemer se ohrani čim večje število sider za robni venec.
Odstranitev obstoječih kovinskih lamelnih dilatacij skladno s fazami rekonstrukcije objekta. Odstranitev asfaltnih plasti in HI se izvede strojno z rezkanjem (rezkalnik za odstranitev HI z razmikom med zobmi maks. 8 mm).
- II. Geodetski posnetek vrha obstoječe plošče
Geodetski posnetek vrha obstoječe plošče v prečnih profilih na 5 m ter nad osmi podpor in dilatacij. Geodetski posnetek se izvede za naslednje faze:
 - po odstranitvi HI na levi strani
 - po odstranitvi HI na desni strani
 - izvedba zaščitne sloja asfalt-betonaDodatno v sklopu monitoringa se izvede geodetska spremljava dviga konstrukcije zaradi prednapenjanja.
- III. Odstranitev obstoječih izlivnikov *skladno s fazami rekonstrukcije*
- IV. Izvedba odprtín za nove izlivnike in vgradnja novih izlivnikov *skladno s fazami rekonstrukcije*
- V. Izvedba nove HI pod hodniki in izvedba hodnikov *skladno s fazami rekonstrukcije*
- VI. Montaža jeklenih ograj za vzdrževalce in JVO
- VII. Izvedba nove HI na cestišču *skladno s fazami rekonstrukcije*
- VIII. Vgradnja novih dilatacij.
- IX. Izvedba novih asfaltnih plasti *skladno s fazami rekonstrukcije*
- X. Izvedba novega sistema odvodnjavanja objekta

6.1.2 SANACIJA AB VOZIŠČNE PLOŠČE

I. Sanacija zgornjega sloja betona AB voziščne plošče skladno s fazami rekonstrukcije

Odstranitev zgornjega sloja betona AB voziščne plošče (Postopkovno navodilo S-1):

Lokalna mehanska odstranitev (npr. z lahkim pnevmatskim orodjem) obstoječega betona za določitev krovnega sloja oz. globino armature in odstranitev vseh navezanih delaminiranih površin. Nato se izvede odstranitev preostalega krovnega sloja betona z rezkanjem. Po celotni dolžini objekta se dodatno odstrani zunanji robni pas AB konzol v širini 15 cm z vodnim curkom pod visokim pritiskom. Pred odstranitvijo dela konzole z vodnim curkom se s kotno brusilko izvede 1 cm globoka zareza v beton vzdolž površine, ki se odstrani za zagotavljanje čistega prehoda med sanirano in ne sanirano površino.

Na mestih kjer je potrebno odstraniti beton v ali pod nivo armature se to izvede z vodnim curkom pod visokim pritiskom v debelini cca. 3 cm oz. do globine kontaminiranosti do zdrave podlage. Odstrani se vse poškodovane, razpadle nevezane in kontaminirane betone (izvajanje sprotne kontrola kontaminiranosti pri rekonstrukciji). V primeru, daje potrebno beton odstraniti pod armaturo na večji površini, se na takem območju odstranitev betona pod armaturo izvede v fazah po 1 meter ali z dodatnimi ukrepi (podpiranje AB plošče od spodaj). Betonsko površino na območju obstoječe kovinske dilatacije se odstrani z vodnim curkom pod visokim pritiskom, ohrani se obstoječo armaturo. Na obeh straneh rege je predvidena odstranitev betona v širini 35 cm in globini 15 cm.

Kriteriji kakovosti:

- vizualni izgled in zvočno ugotavljanje kompaktnosti s kladivom,
- ocenitev trdnosti s sklerometriranjem,
- minimalna tlačna trdnost obstoječega betona: 30 MPa,
- pH faktor: ≥ 10
- natezna trdnost na betonski podlagi "pull-off test": $> 1,5$ MPa.

Čiščenje in zaščita armature (Postopkovno navodilo S-2):

Korodirano in nasploh razkrito armaturno jeklo se očisti do kovinskega sijaja s suhim peskanjem z abrazivom (stopnja priprave Sa 2 ½ skladno z ISO 8501). V kolikor je zaradi okolja možno samo mokro peskanje ali strojno čiščenje, je potrebno čiščenje jeklenih površin do kakovosti St. 3.

Takoj po čiščenju se armaturno jeklo zaščiti z protikorozijskim epoksi cementnim premazom (v dveh slojih). Pri izvedbi protikorozijskega nanosa potrebno upoštevati navodila proizvajalca izbranega proizvoda. Preveri in evidentirajo se poškodbe razkrite armature zaradi korozije.

Kriteriji kakovosti:

- minimalna debelina zaščite 1 mm,
- vizualni pregled in primerjava s korozijsko skalo po ISO 8501,
- merjenje oprijema po ASTM D 3359/A,
- optično merjenje debeline suhega filma na prerezu.

Čiščenje betonskih površin (Postopkovno navodilo S-3):

Čiščenje celotne betonske površine z vodnim curkom pod visokim pritiskom (500 barov) za odstranitev vseh nečistoč, ki bi lahko vplivale na sprijem nove betonske plasti.

Izvedba sprijemne plasti:

Izvedba sprijemne plasti med obstoječim in novim betonom s sredstvom za povečanje sprijemljivosti iz umetnih smol kot npr. Elastosil 34. Vgradnja po navodilih proizvajalca.

Reprofilacija in nadbetoniranje zgornje površine AB voziščne plošče:

Nadomestitev odstranjenega sloja betona in nadbetoniranje AB plošče se izvede z mikroarmiranim betonom z dodatkom polipropilenskih vlaken in dodatkom proti krčenju v skupni debelini cca. 10 cm (nadomestitev odstranjenega betona cca. 3 cm in nadbetoniranje 7 cm). Za zagotovitev strižne povezave med novim in starim betonom se v predhodno izvrtane luknje z ekspanzijsko malto sidra strižne trne iz

armaturnih palic. Pri uporabi malt za sidranje armature je potrebno upoštevati navodila proizvajalca. Vgradnja sider in dodatne zgornje armature se izvede skladno z armaturnimi načrti.

Skupaj z nadbetoniranjem zgornje površine AB voziščne plošče se izvede zapolnitev obstoječih lukenj odvodnje. Luknje se predhodno s spodnje strani zaopaži.

II. Sanacija plafona AB voziščne plošče

Odstranitev poškodovanih betonskih površin (Postopkovno navodilo S-4):

Lokalna mehanska odstranitev (npr. z lahkim pnevmatskim orodjem) obstoječega poškodovanega betona nevezanih delaminiranih površin, ter odstranitev preostalega kontaminiranega in neveznega betona z vodnim curkom pod visokim pritiskom. Pred odstranitvijo z vodnim curkom se s kotno brusilko izvede 1 cm globoka zarez po obodu poškodovane površine za zagotavljanje čistega prehoda med sanirano in ne sanirano površino. Odstrani se vse poškodovane, razpadle nevezane in kontaminirane betone (izvajanje sprotne kontrola kontaminiranosti pri rekonstrukciji). Odstranjevanje betona bo na najbolj poškodovanih površinah globine predvidoma od 6 – 8 cm, v povprečju pa se izvede odstranitev betona v debelini ca. 3,0 cm.

Kriteriji kakovosti → glej Postopkovno navodilo S-1

Čiščenje in zaščita armature → glej Postopkovno navodilo S-2

Čiščenje betonskih površin → glej Postopkovno navodilo S-3

Reprofilacija betonskih površin z reperaturno malto (Postopkovno navodilo S-5):

Sanacija betonskih površin na spodnji strani AB voziščne plošče se izvede z uporabo hitrovezoče s polimernimi vlakni armirane cementne malte R4 z omejenim krčenjem, ki je v skladu z EN 1504-3 (npr. MAPEI Planitop Rasa & Ripara R4).

Na očiščeno vlažno betonsko površino sledi sistem za sanacijo:

- vezoči sloj s polimernim cementnim premazom,
- groba polnilna polimerna cementna malta,
- izravnavna s fino polimerno cementno malto.

Pri izravnavi hrapavih površin ni potrebna groba PC malta. Nanos reparaturne malte se pri globokih poškodbah izvede strojno z brizganjem v več slojih do debeline posameznega sloja 30 mm.

Kriteriji kvalitete

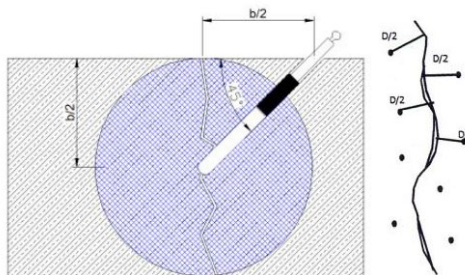
- | | |
|--|-------------|
| - Tlačna trdnost (po 28 dneh): | > 40 MPa, |
| - Natezna upogibna trdnost: | > 5 MPa, |
| - Sprijemnost s podlago (pull out): | > 1,5 MPa |
| - Delovna temperatura: | 5 C do 35 C |
| - Minimalna debelina zaščitnega sloja: | > 2,0 cm |

Pri izvedbi sanacijske malte je potrebno upoštevati vsa navodila proizvajalca malte (npr. minimalne zahtevane temperature za vgradnjo malte). Nanos reparaturne malte in strjevanje se izvaja pod polno zaporo. Čas strjevanja vsaj 36 ur.

Injektiranje razpok (Postopkovno navodilo S-6):

Najprej se izvede čiščenje betonskih površin v okolici razpok z vodnim curkom pod visokim pritiskom (500 barov), da se ugotovi oblika razpoke ali stika. Injektiranje razpok se izvede s pomočjo injekcijskih nastavkov - packerjev, ki se vstavijo v predhodno izvrtane luknje. Luknje se izvedejo na razmaku 20 – 30 cm, približno 10 cm vstran od razpoke in v naklonu 45° glede na površino. Luknje morajo biti globoke toliko, **da prečkajo razpoko**. Premer luknje se izvede glede na izbrani premer injekcijskega nastavka.

Pred vgradnjo injekcijskih nastavkov je luknje potrebno temeljito očistiti. Pred injektiranjem smole je priporočljivo injektiranje razpoke z vodo, da iz razpoke izperemo preostali prah, tujke itd. Injekcijske nastavke vstavimo v luknje do cca. 2/3 dolžine in mehansko pričvrstimo s pomočjo nameščenega vijaka oz. napenjalca.



Shematski prikaz za izdelavo lukenj in vgradnjo injekcijskih nastavkov

Injektiranje:

- Injektiranje globinskih razpok z nizko-viskozno epoksidno smolo, cementno suspenzijo ali poliuretansko smolo skladno z navodili proizvajalca.
- Injektiranje razpok karakteristične širine nad 0,30 mm.

Izbira injektirne mase je odvisna od tipa puščanja, pretoka vode in velikosti razpok. Pomembno je, da se glede na velikost razpoke uporabi injektirna masa s primerno viskoznostjo.

Zaščitni elastomerni premaz (Postopkovno navodilo S-7):

Vidne betonske površine se zaščitijo z elastičnim, alkalijsko odpornim premazom na akrilni osnovi, ki ščiti pred karbonizacijo betona in ustreza EN 1504-2 (npr. Betonprotect color).

Zaščitni premaz se izvede po celotni spodnji vidni površini prekladne konstrukcije

6.1.3 SANACIJA, REKONSTRUKCIJA IN OJAČITEV JEKLENIH NOSILCEV

I. Čiščenje in priprava jeklenih površin

Pred zaščito z barvanjem je potrebno v celoti odstraniti obstoječo protikorozijsko zaščito in vsa od korozije poškodovana mesta do zdrave podlage. Priprava površine elementov s peskanjem z abrazivom skladno s SIST EN ISO 8501-1, **do stopnje čistosti D Sa 2.5**. Poleg peskanja je potrebno v režah (npr. stik zg. pasnica – beton), kjer s peskanjem ne dosežemo željene čistosti, uporabiti tudi ročno čiščenje, ter čiščenje z vodnim curkom. Vodni curek se predvidoma uporabi tudi za grobo čiščenje obstoječih premazov in produktov korozije, vendar je izbira načina čiščenja prepuščena izvajalcu AKZ. Ker so nekateri elementi konstrukcije tako korodirani, da je prišlo že do jamičaste korozije, je potrebno debelino suhega sloja zaščite ali število slojev barve ustrezno povečati.

Pred nanosom temeljnega premaza je potrebno celotno površino odprašiti / spihati.

II. Pregled in določitev vseh poškodb

Po čiščenju jeklenih nosilcev in odstranitvi poškodovanih mest se izvede pregled in meritve nosilcev po celotni dolžini z ultrazvokom. Posnamejo se vsa poškodovana in oslABLjena mesta, ki se v nadaljevanju sanirajo. Pripravljeno poročilo z evidentiranimi poškodbami se posreduje strokovnemu nadzoru. Preverijo se tudi vsi obstoječi bistveni zvari na morebitne razpoke.

III. Sanacija pasnic

Poškodovani prerez pasnice nadomestimo z dodajanjem dodatnih pločevin na spodnji strani pasnice, ki se na obstoječo pritrdi s prednapetimi vijaki M20 / 10.9. V območju kjer so predvidene ojačitve z jeklenimi lamelami lokalna ojačitev zaradi korozijskih poškodb ni potrebna.

IV. Sanacija stojin

Pri korozijskih poškodbah stojin se po čiščenju in pripravi površine izvede sanacija z dodajanjem jeklenih pločevin debeline 15 mm, ki se jih izvedene min. 20 cm od poškodovanega mesta na vsako stran. Pritrditev nove pločevine na obstoječo se izvede s prednapetimi vijaki M20 / 10.9 z osnim razmakom med vijaki ≤ 200 mm.

V. Sanacija stika med pasnico in stojino

Sanacijo poškodb jekla na stiku med stoji in pasnico izvedemo z dodajanjem kotnika L 150 x 150 x 15 mm v območju poškodbe. Pritrditev kotnika na pasnico in stojino izvedemo s prednapetimi vijaki M20 / 10.9. Ojačitev izvedemo min. 20 cm od poškodovanega območja na vsako stran, tako da sta prva in zadnja vrsta vijakov izvedeni na intaktnem območju. V primeru jamičaste korozije oz. poškodb se površina pred namestitvijo ojačitve izravna z neskrčljivo epoksidno maso z visoko trdnostjo (Adesilex PG1). Poškodbe na stiku stojina in zgornja pasnica pa saniramo z do-varjenjem kotnika L 150 x 150 x 15 mm na notranji strani nosilca na območju min. 20 cm od poškodovanega mesta na vsako stran.

OPOMBA 1: Sanacija jeklenih elementov z dodajanjem jeklenih pločevin oz. profilov za nadomestitev prereza se izvede na mestih kjer je obstoječi prerez zaradi poškodb zmanjšan za ≥ 5 % debeline.

OPOMBA 2: V primeru, da imamo npr. poškodbo stojine, stika stojine in pasnice in pasnice na enem mestu se posamezne ukrepe kombinira.

VI. Ojačitev pasnic z jeklenimi lamelami

Ojačitev spodnje pasnice se izvede v območju 1. in 3. polja ter območju podpore v osi 2 in 3. Posamezne jeklene lamele so dimenzije 450 x 20 mm, 450 x 15 mm in 450 x 10 mm ter dolžine do 1.600 mm, kar omogoča manipulacijo na delovišču.

V vzdolžni smeri se lamele spoji z varjenjem (zvar polne nosilnosti skladno z detajli). Povezava med obstoječo konstrukcijo in ojačitvenimi lamelami pa se izvede z vijačenimi spoji z uporabo polno prednapetih vijakov M24 / 10.9. V območju, kjer se izvede tudi ojačitev spodnje pasnice z betonom visoke trdnosti, se uporabijo navojne palice M24 / 10.9, ki služijo hkrati kot strižna povezava med jekleno konstrukcijo in betonom.

Ojačitev zgornje pasnice se izvede v območju krajnih polj. Posamezne jeklene lamele so dimenzije 450 x 20 mm ter dolžine do 1.100 mm, kar omogoča manipulacijo na delovišču. Ojačitvene lamele se vari na obstoječo konstrukcijo.

V območju ležišč se zaradi potrebnega prostora in ravne površine za vgradnjo ležišč nove jeklene lamele zvari na obstoječi pasnici.

Razpored lukenj in vijakov je določen v risbah jekla. Na splošno je razdalja med vijaki 200 mm v prečni in vzdolžni smeri, ter 50 mm odmik od osi vijaka do roba pločevine. V primeru, da pride do manjših odstopanj pri predvideni razporeditvi obstoječih prečnih reber in prehodov pločevin na obstoječi pasnici, se izvede prilagoditev lukenj, pri čemer se izbere osni razmak med vijaki ≤ 200 mm.

Predvideni potek montaže jeklenih lamel:

- izvedba jeklenih lamel nad podporami z varjenjem na obstoječi pasnici,
- posnetek obstoječe pasnice (prehodi med posameznimi debelinami pločevin),
- izvedba lukenj v obstoječo pasnico,
- priprava lamel na pokritem delovišču v območju gradbišča (razrez in izvedba lukenj) in
- montaža posameznih lamel od osi podpore proti polju.

VI. Ojačitev pasnic z betonom visoke trdnosti

Na območju največjih tlakov v spodnji pasnici se znotraj jeklenih nosilcev izvede dodatno ojačitev z betonom visoke trdnosti C90/105 z zelo reduciranim krčenjem in polimernimi vlakni, debeline 25 cm. Ojačitve se izvedejo nad podporo 2 in 3 približno 8 m od osi podpore proti sosednjima poljema.

Strižno povezavo med betonom in obstoječo pasnico izvedemo z navojnimi palicami v območju pritrdjevanja jeklenih lamel in z mozniki $\Phi 19$ mm nad podporami ter preostalem območju.

VII. Izvedba sidrišč in deviatorjev za kable za prednapenjanje

Jeklena sidrišča za namestitve in napenjanje kablov so sestavljena iz pločevin raznih dimenzij. Predvideno je, da se zaradi možne manipulacije na gradbišču in kvalitetne izvedbe zvarov na obstoječo pasnico, sidrišča iz posameznih pločevin sestavi na licu mesta.

Deviatorji za preusmeritev kablov in prenos uklonskih sil iz kablov na konstrukcijo so sestavljeni iz pločevin, cevi in »diablo-tov« oz. trompetastih cevi.

VIII. Jeklene konzole za bočno varovanje preklade

Za bočno varovanje prekladne konstrukcije in preprečitev pomikov v prečni smeri se na obstoječe jeklene prečnike izvede jeklene konzole. Predviden je prosti hod 2 cm med posamezno jekleno konzolo in AB blokom na podporah. AB konzole so sestavljene iz pločevin različnih dimenzij.

IX. Ojačitev jeklenih prečnih nosilcev

Za potrebe dviga konstrukcije za menjavo ležišč je potrebno izvesti ojačitev obstoječih jeklenih prečnih nosilcev. Zaradi računske prekoračitve napetosti v neojačanem obstoječem prečniku in priključitvi na vzdolžna nosilca se izvedejo ojačitvena rebra, dodatna spodnja pločevina in dodatne priključitve na stojine vzdolžnega nosilca. Na mestu priključitve na vzdolžni nosilec se v notranjosti le-tega izvedejo prečne ojačitve.

X. Protikorozijska zaščita jeklenih površin

Sistem protikorozijske zaščite vseh zunanjih površin jeklene konstrukcije mora biti načrtovan na okoljsko izpostavljenost **C4** po EN ISO 12944-2 in visoko trajnost **H** (več kot 15 let) po EN ISO 12944-1.

Minimalne zahteve za sestavo zaščite:

- epoksi temeljni premazi min. deb. 80 μ m
- epoksi vmesni premazi min. deb. 80 μ m
- krovni epoksi premazi s pigmentom min. deb. 80 μ m z dodano UV zaščito

Skupna debelina zaščite min. 240 μ m. Predvidena je obnova kompletne vidne površine jeklenih elementov.

Obnova protikorozijske zaščite jeklenih površin v notranjosti jeklenih nosilcev za okoljsko izpostavljenost **C3** po EN ISO 12944-2 in visoko trajnost **H** (več kot 15 let) po EN ISO 12944-1.

- epoksi temeljni premazi min. deb. 60 μ m
- krovni poliuretanski premaz s pigmentom min. deb. 100 μ m

Obnova protikorozijske zaščite v notranjosti nosilcev se izvede na vseh poškodovanih mestih obstoječe AKZ, v območju varjenja na notranjih in zunanjih jeklenih površinah (zaradi varjenja na zunanji površini in posledično sproščanja visokih temperatur pri varjenju poškodba AKZ na notranji površini) ter območja izvedbe lukenj (spojitev ojačitvenih lamel na pasnici, sanacija stojin, itd). Ocenjena površina v notranjosti jeklenih nosilcev, kjer je potrebno obnoviti protikorozijsko zaščito je 20 % od celotne notranje površine jeklenih nosilcev.

Protikorozijska zaščita se izvede tudi na vseh veznih sredstvih (vijakih).

Posebno previdnost pri barvanju na terenu je treba posvetiti možni kondenzaciji na površini oz. ostankom jutranje rose.

Pred pričetkom izvedbe protikorozijske zaščite izvajalec izdelava Elaborat protikorozijske zaščite, ki ga mora predložiti investitorju, proizvajalcu premazov, odgovornemu projektantu in strokovnemu nadzoru v pregled in pisno potrditev. Elaborat protikorozijske zaščite mora poleg izbranega sistema protikorozijske zaščite vsebovati tudi opis načina izvedbe protikorozijske zaščite in plan kontrole kvalitete njene izvedbe.

Barvni odtenek finalnega sloja protikorozijske zaščite, mora čimbolj ustrezati obstoječemu odtenku. Izbran odtenek mora potrditi investitor.

6.2 PREDNAPENJANJE

Izvede se ojačitev glavnih vzdolžnih jeklenih nosilcev z zunanjimi kabli za prednapenjanje tipa Y 1860 S7 15,7. Na posamezni nosilec se vgradi po 2 kontinuirna kabla **22 x 15,7 mm** z osnim razmakom 1,6 m, ki potekata od 1. do 3. polja cca. 12 m od osi 2 in 3. Kabli so sidrani na višini 70 cm od vrha jeklenega nosilca, v osi 2 in 3 potekajo kabli na osni razdalji 30 cm od zgornjega roba jeklenih nosilcev, v 2. polju pa se spustijo na 2,0 m od zgornjega roba nosilcev.

Kabli so sidrani v jeklenih sidriščih, ki so pritrjena na stojine glavnih nosilcev in preusmerjeni preko deviatorjev nad podporami v oseh 2 in 3 ter 2krat v glavnem polju na razdalji cca. 10 m od sredine razpona (na mestu prečnih ojačitev v jeklenih nosilcih).

Izvajalec prednapenjanja mora za svoj sistem prednapenjanja imeti veljavni ETA certifikat (European Technical Approval). Jeklo za napenjalne kable mora imeti karakteristično trdnost $f_{p0,1k}/f_{pk} = 1600/1860$ MN/m² in maksimalno relaksacijo 2,5% (razred 2) po 1000 urah pri napetosti 0,7 f_p (70% dejanske natezne trdnosti). Ostale karakteristike sistema prednapenjanja morajo biti:

- zdrs pletenice pri zaklinjenju napenjalne glave $\Delta z = 6$ mm,
- koeficient trenja kabla $\mu = 0,12$ z valovitostjo $k = 0,0$ rad/m.

Za vsak kabel, ki se prednapenja, se mora voditi protokol – zapisnik, v katerega se vpišejo osnovni podatki iz projekta in vsi podatki, ki se morajo zabeležiti pri samem prednapenjanju:

- datum prednapenjanja, temperatura zraka, vremenski pogoji,
- inventarna številka opreme za prednapenjanje,
- odčitane vrednosti pritiska na manometru napenjalke, temu ustrezne sile v kablju in izvleček kabla,
- opombe o nastalih spremembah oz. neskladnostih.

Kable za prednapenjanje se vgradi v visoko trdnostne polietilenske cevi HDPE premera $\Phi 125$ mm, ki jih po zaključenem prednapenjanju zinjektiramo s cementno maso. Na glave kablov se namestijo permanentni pokrovi, ki se jih zapolni z injektirno maso (voskom).

6.3 IZDELAVA IN MONTAŽA JEKLENE KONSTRUKCIJE

TEHNIČNI POGOJI izdelave in montaže nosilne jeklene konstrukcije

Jeklena konstrukcija mora biti izdelana in montirana v skladu z zahtevami projektne dokumentacije in v skladu z določili slovenskega standarda: SIST EN 1090-2:2008+A1:2012 "Izvedba jeklenih in aluminijastih konstrukcij – 2. del: Tehnične zahteve za izvedbo jeklenih konstrukcij", v katerem so navedene splošne zahteve za izdelavo in montažo jeklenih nosilnih konstrukcij, narejenih iz vroče valjanih, vroče obdelanih, varjenih in hladno oblikovanih jeklenih izdelkov. V okviru izdelave in montaže jeklenih konstrukcije je potrebno upoštevati tudi druge standarde, ki jih krovni standard SIST EN 1090-2:2008+A1:2012 uvaja oziroma se na njih sklicuje.

V skladu z objavo v evropskem uradnem listu je po 1.7.2014 potrebno obvezno upoštevati tudi določila harmoniziranega standarda: SIST EN 1090-1:2009+A1:2012 "Izvedba jeklenih in aluminijastih konstrukcij – 1. del: Zahteve za ugotavljanje skladnosti sestavnih delov konstrukcij".

Torej elemente jeklene nosilne konstrukcije lahko izdela le proizvajalec s certifikatom kontrole proizvodnje po navedenem standardu in za izdelane elemente izda izjavo o lastnostih in CE oznako.

Za predvideno konstrukcijo se predvidi razred izvedbe EXC 3.

Pred pričetkom izdelave in montaže nosilne jeklene konstrukcije mora izvajalec izdelati delavniške načrte, ki morajo biti potrjeni s strani projektanta gradbenih konstrukcij. Podlaga za izdelavo delavniških načrtov je poleg PZI dokumentacije tudi predhodno izvedena dodatna izmera posameznih elementov konstrukcije. Iz obstoječe dokumentacije o konstrukciji, ki je bila izdelovalcu predmetnega načrta na voljo, ter dejstva da spodnje konstrukcije mostu brez delovnega odra ni bilo mogoče popolnoma pregledati, lahko pride do odstopanj pri predvidenih pločevinah in dimenzijah. Zaradi navedenega bo potrebno pred pripravo novih jeklenih elementov predvidene dimenzije le-teh preveriti na licu mesta.

Predpriprava elementov je delno možna v proizvodnem obratu izbranega izvajalca jeklene konstrukcije. Zaradi potrebnih prilagoditev na dejansko geometrijo obstoječe konstrukcije bo te prilagoditve, kot tudi točen izrez nekaterih elementov, potrebno izvesti na gradbišču. Vzpostavitev delovišča je možna pred in za objektom na zaprtem voznom pasu. Za zaščito delovišča in potrebne neovirane priprave po meri narejenih elementov, je potrebno predvideti začasni šotor (možnost zapiranja iz vseh strani). Zaščita delovišča se predvidi za celoten čas rekonstrukcije jeklene konstrukcije.

Sledljivost materiala mora biti zagotovljena v vseh fazah izdelave in montaže konstrukcije. Neoznačen ali neustrezen označen material se mora tretirati kot neustrezen.

Sestava in varjenje se mora izvajati v skladu s planom varjenja in sestave, ki ga pripravi izvajalec jeklene konstrukcije.

Rokovanje in skladiščenje materiala in že izdelanih elementov konstrukcije se mora vršiti tako, da ne pride do trajnejših deformacij in poškodb površin elementov. Preprečiti je potrebno zadrževanje vode na skladiščenih elementih.

Pri izdelavi posameznih elementov jeklene konstrukcije je posebno pozornost posvetiti predvsem dimenzijski kontroli posameznih elementov in izdelavi oziroma pripravi zvarnih žlebov.

Elementi jeklenih konstrukcij morajo biti izdelani v okviru predpisanih toleranc.

Vsi elementi jeklenih konstrukcij morajo biti ustrezno označeni v skladu z projektom montaže, ki ga izdela izvajalec jeklene konstrukcije.

Med izdelavo in montažo jeklene konstrukcije mora biti s strani izvajalca zagotovljena stalna merska in geodetska kontrola. Za vse faze izdelave in montaže morajo biti izdelani ustrezni merski protokoli.

Zaradi zahtevnosti izvedbe rekonstrukcije (varjenje v notranjosti nosilcev, izdelava lukenj v obstoječo pasnico, varjenje nad glavo, prilagoditve ojačitvenih lamel na dejansko geometrijo na delovišču, itd...) mora izvajalec izbrati primerno tehnologijo izvedbe in tehnološko opremo ter zagotoviti dodatne ukrepe za težje delovne razmere (varjenje znotraj obstoječih nosilcev).

6.4 KONTROLA KVALITETE JEKLENE KONSTRUKCIJE

Kontrolo kvalitete izdelave in montaže jeklene konstrukcije izvaja izvajalec jeklene konstrukcije v skladu s planom kontrole kvalitete, ki ga predhodno izdela izvajalec in potrdi zunanji strokovni nadzor. Kontrola naj se izvaja v skladu s standardom SIST EN 1090-2.

Pri izdelavi in montaži nosilne jeklene konstrukcije je potrebno upoštevati tudi določila (še vedno) veljavnega jugoslovanskega pravilnika: Pravilnik o tehnični predpisih za pregled in preizkušanje nosilnih jeklenih konstrukcij (UI.SFRJ 6/65), ki je podlaga za izdajo t.i. zaključnega poročila detajlnega pregleda objekta s strokovnim mnenjem, s katerim zunanji strokovni nadzor kontrole kvalitete izdelave in montaže nosilne jeklene konstrukcije, ki ga izvaja nevtralna institucija oziroma strokovnjak za jeklene konstrukcije, potrdi, da je jeklena nosilna konstrukcija izdelana in zmontirana v skladu z zahtevami projektne dokumentacije in veljavnih Pravilnikov in standardov.

Pred pričetkom izdelave in montaže izvajalec ob upoštevanju zahtev projektne dokumentacije in veljavnih pravilnikov in standardov izdela:

- delavniško dokumentacijo,
- plan kontrole kvalitete in preizkušanj,
- elaborat protikorozijske zaščite,
- dimenzioniranje delovnega in zaščitnega odra,
- projekt montaže in
- elaborat varstva pri delu.

in jih nato dosledno uporablja pri izdelavi in montaži. Dokumenti se predložijo v potrditev naročniku, nadzoru in strokovnemu nadzoru.

Proizvodni obrati jeklenih konstrukcij morajo imeti organizirano lastno interno kontrolo proizvodnje, z lastno opremo in laboratorijem za kontrolo mehanskih in kemijskih lastnosti materiala, kontrolo postopkov spajanja (varjenja) in kontrolo gotovih spojev. V primeru pomanjkanja lastne opreme, posebno za radiografsko kontrolo, je potrebno povezovanje s specializiranim ustanovam za kontrolo jeklenih konstrukcij. Kvaliteta jeklene konstrukcije v delavniški obdelavi se zagotavlja z „Osnovnim programom kontrole delavniške izdelave jeklenih konstrukcij“. Sestavljajo ga naslednji deli:

- priprava za kontrolo,
- vršenje kontrole,
- izdelava elaborata o izvršeni kontroli.

Priprava za kontrolo vsebuje:

- spoznavanje s pogodbeno in projektno dokumentacijo,
- kontrola usklajenosti tehnične dokumentacije z veljavnimi predpisi, normami in standardi,
- obhod proizvodnih pogonov in ocena opremljenosti, kadrovske strukture, ter pregled atestov varilcev, strojev in potrdil o sposobnosti delovne organizacije,
- spoznavanje z notranjo kontrolo kvalitete v delavnici,
- izdelava programa kontrole.

Izvajalec mora med samo izdelavo in montažo nosilne jeklene konstrukcije pripraviti ustrezno kontrolno dokumentacijo, ki se nanaša na dejansko izdelane elemente konstrukcije, postopke montaže in končno zgrajeno konstrukcijo in iz katere je razvidno, da so se dela izvajala v skladu s projektno dokumentacijo in da so dela izvedena kvalitetno (med kontrolno dokumentacijo sodijo potrdila o kvaliteti osnovnega, dodatnega in spojnega materiala, varilni postopki, spričevala o usposobljenosti varilcev, varilski in montažni dnevnik, merski protokoli, rezultati kontrol kvalitete zvarov, rezultati geometrijskih kontrol, rezultati kontrol protikorozijske zaščite, zapisniki, izjave...). Kontrolno dokumentacijo mora izvajalec sproti posredovati zunanjemu strokovnemu nadzoru v pregled in potrditev.

Vse kontrole dimenzij ter oblik posameznih konstruktivnih elementov in merskih protokolov posameznih sklopov jeklenih konstrukcij morajo ustrezati dimenzijskim tolerancam, ki jih predvideva standard EN 1090-2 za zahtevani razred izvedbe EXC 3.

Ultrazvočna ali radiološka kontrola zvarov, ter kontrola s penetranti ali magnetnimi delci, mora biti skladna z določili standarda EN 1090-2 za zahtevani razred izvedbe EXC 3.

Spremembe tehničnih rešitev glede na PZI dokumentacijo je potrebno predhodno uskladiti. S strani izvajalca ali iz njegove strani izbranega strokovnjaka se pripravijo predlogi alternativnih rešitev, ki jih izvajalec pošlje naročniku in nadzoru v pregled in potrditev.

Za vsako spremembo in popravilo glede na PZI dokumentacijo je potrebno pridobiti pisno soglasje projektanta in strokovnega nadzora.

Vse zware je potrebno 100% vizualno pregledati. Obseg neporušnih preiskav zvarov (NDT) naj bo v skladu SIST EN 1090-2. Montažne zware vzdolžnih nosilcev / lamel je potrebno 100% neporušno pregledati.

Sočelni zvari morajo biti izvedeni s prevaritvijo korena. Kontrola sočelnih zvarov naj se izvede z ultrazvokom (UT) ali rentgenom (RT), kotni zvari pa s penetranti ali magnetnimi delci. Za kriterij sprejemljivosti napak v zvarih se upošteva SIST EN 1090-2.

Potrebno je upoštevati vsa določila v zvezi s kontrolo po varjenju skladno s SIST EN 1090-2.

6.5 REKONSTRUKCIJA PODPORNEGA SISTEMA

Pri izvedbi sanacijskih del je potrebno uporabljati material in izvesti vsa dela skladno s standardi SIST EN 1504-1 do 1504-10.

I. Sanacija in rekonstrukcija AB stebrov in opornikov

Pri lokalnih poškodbah betonskih površin se izvede sanacija poškodovanih mest z reprofilacijo, v zgornjem območju AB stebrov v oseh 2, in 3 pa se zaradi večjih poškodb izvede obbetoniranje AB stebrov v debelini 10 cm in na višini od zgornjega roba stebra do spodnjega roba AB prečnika (cca. 2,2 m).

Sanacija lokalnih poškodb (glej opis postopkovnih navodil v točki 6.1.2):

Odstranitev poškodovanih betonskih površin (Postopkovno navodilo S-4):

Odstranitev vseh poškodovanih in močno kontaminiranih betonskih površin na opornikih, krilnih zidovih, AB stebrih in AB prečnikih

Čiščenje in zaščita armature → glej Postopkovno navodilo S-2

Čiščenje betonskih površin → glej Postopkovno navodilo S-3

Izvede se čiščenje vseh vidnih površin.

Reprofilacija betonskih površin z reperaturno malto (Postopkovno navodilo S-5):

Injektiranje razpok (Postopkovno navodilo S-6):

Zaščitni elastomerni premaz (Postopkovno navodilo S-7):

Zaščitni elastomerni premaz po celotni vidni površini podpornega sistema.

Obbetoniranje AB stebrov (glej opis postopkovnih navodil v točki 6.1.2):

Odstranitev poškodovanih betonskih površin in priprava betonske površine:

glej Postopkovno navodilo S-4:

Čiščenje in zaščita armature → glej Postopkovno navodilo S-2

Čiščenje betonskih površin → glej Postopkovno navodilo S-3

Dobetoniranje AB stebrov:

Nadomestitev odstranjenega sloja betona in dobetoniranje AB stebrov se izvede z mikroarmiranim betonom z dodatkom polipropilenskih vlaken in dodatkom proti krčenju v skupni debelini cca. 13 cm

(nadomestitev odstranjenega betona cca. 3 cm in dobetoniranje 10 cm). Za zagotovitev strižne povezave med novim in starim betonom se v predhodno izvrtane luknje z ekspanzijsko malto vgradi strižne trne iz armaturnih palic. Pri uporabi malt za sidranje armature je potrebno upoštevati navodila proizvajalca. Vgradnja sider in dodatne armature se izvede skladno z armaturnimi načrti.

Zaščitni elastomerni premaz (Postopkovno navodilo S-7):

Za enovit izgled se izvede zaščitni elastomerni premaz tudi na območju obbetoniranega stebra skladno s Postopkovnim navodilom S-7, ki je navedeno v poglavju rekonstrukcija in sanacija prekladne konstrukcije.

II. Rekonstrukcija AB prečnikov

V vseh oseh se na AB prečniku oz. oporniku v osi 5 izvedejo novi AB bloki za namestitve dvigalk in prevzem horizontalnih obremenitev iz jeklenih konzol za prevzem prečnih obremenitev. AB bloke se z armaturnimi palicami sidra v obstoječo betonsko konstrukcijo.

III. Rekonstrukcija zaledne stene v osi 1 in 4

Predvidena je izvedba sanacije zaledne stene krajnih opornikov v oseh 1 in 4 v dveh gradbenih fazah. Za izvedbo preklopa horizontalne armature se uporabi mehanske spojke. Nova AB zaledna stena opornika je debeline 50 cm in ima na vrhu konzolo, ki omogoča večjo gradbeno odprtino kot pri obstoječem stanju. Slednje omogoča vgradnjo izbrane dilatacijske naprave in kontrolo dilatacije s spodnje strani.

6.6 OPREMA IN DETAJLI

6.6.1 Dilatacije

Prehod z obstoječega rekonstruiranega mostu se na obeh straneh izvede z vodo nepropustno dilatacijo skupnega hoda 230 mm (kot. npr. Freyssinet Wd230). Vgradnja se izvede po navodilih proizvajalca. Predvidena temperatura med vgradnjo dilatacij je 10°C (+/- 5°C). Pred vgradnjo se s strani projektanta predpišejo prednastavitve dilatacije glede na točno temperaturo vgradnje.

6.6.2 Ležišča

Vsa obstoječa elastomerna ležišča se zamenja z novimi. Predvidena je vgradnja novih elastomernih ležišč s spojeno jekleno pločevino na spodnji strani, ki ima vgrajene moznike proti zdrsu (npr. Mageba LASTO BLOCK Type B / C). Vsa ležišča so vsestransko pomična. Za prevzem prečnih obremenitev in omejitev prekomernih pomikov so predvideni dodatni ločeni elementi (jeklene konzole za prečno smer in naprava za prenos hipnih obremenitev v vzdolžni smeri).

Minimalne nosilnosti in dopustni pomiki z upoštevanjem izbranih dimenzij elastomernih ležišč od proizvajalca Mageba:

Podpora	Dimenzije				Nosilnost		Pomik
	a	b	t	T _e	N _d	N _{dmin}	V _{xyd}
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm]
os 1, 4	400	500	148,5	99	3130	450 / 900	98,5
os 2, 3	600	700	125,5	83	9950	10550 / 1890	82,5

t...skupna višina ležišča

T_e...višina elastomera

N_{dmin}... minimalna sila na beton / jeklo

Možna je vgradnja enakovrednih ležišč drugega proizvajalca.

Obstoječa ležišča se odstrani skupaj s spodnjimi sidrnimi pločevinami. Obstoječe sidrne pločevine so glede na arhivsko dokumentacijo z mozniki sidrane v AB stebre. Odstranitev le teh mora potekati tako, da se stebre ne poškoduje (možno nastajanje razpok pri uporabi velikih pnevmatskih kladiv).

Po odstranitvi obstoječih ležišč skupaj s sidrnimi pločevinami se izvede sanacija zgornje površine stebrov skladno s splošnimi navodili sanacije betonskih površin in detajli.

Nova elastomerna ležišča se vgradi na podlitje, ki se ga izvede s hitro vezočo z vlakni armirano podlivno cementno malto s kompenziranim krčenjem razreda R4. Izvedba z min. 5 mm in maks. 50 mm nanosa.

Detajle ležišč in vgradnje se po potrebi prilagodi glede na delavniško dokumentacijo izbranega proizvajalca ležišča.

Ležišča morajo biti izdelana in montirana skladno z evropsko in slovensko zakonodajo EN 1337.

Dvig prekladne konstrukcije se izvede s hidravličnimi dvigalkami za cca. 2 cm (sinhronizirani dvig prekladne konstrukcije na posamezni podpori). Minimalna nosilnost posamezne dvigalke (pri posameznem ležišču):

- OS 2 in 3: Nrd ≥ 5000 kN
- OS 1, 4 in 5: Nrd ≥ 2000 kN

Med dvigom konstrukcije je potrebno zagotoviti stabilnost objekta v vzdolžni in prečni smeri. Pred izvedbo dviga je potrebno izvesti vse predvidene ojačitve na prečnih nosilcih in s tem povezane ojačitve na vzdolžnih nosilcih.

6.6.3 Komunalni vodi

Preko obstoječega objekta ne potekajo komunalni vodi. Rezervne cevi za komunalne vode in kableske police po rekonstrukciji niso predvidene.

6.6.4 Hidroizolacija voziščne plošče

Za hidroizolacijo AB krovne plošče pod hodniki se uporabi HI sistem, ki omogoča takojšnjo izvedbo hidroizolacije (npr. Servipak/Servidek). Pri tem se izvede vodotesen preklon bitumenskih trakov ob robnikih v primerni širini (10 - 15 cm).

Pod voziščem se izvede HI debeline 1,0 cm:

- predhodni epoksidni premaz
- posip s kremenčevim peskom
- epoksidni premaz
- bitumenska lepilna masa
- bitumenski varjeni trak s poliestrsko plastjo, d=0,5 cm
- zaščitni sloj asfalt-betona AC 8 surf B 50/70 A3 3,0 cm
- Izravnalni sloj asfalt-betona AC 8 surf B 50/70 A3 2,0 – 4,0 cm
- obrabni sloj asfalt-betona AC 11 surf B 50/70 A3 4,0 cm

6.6.5 Merilni čepi

Čepe za kontrolo povosov in posedanja objekta se vgradi na oba hodnika na zgornji površini robnega venca in sicer na naslednjih območjih:

- 1 x v območju vsake podpore (1 x 4 x 2 = 8 kom),
- 1 x v sredini 1. in 3. polja (1 x 2 x 2 = 4 kom)
- 3 x v 2. polju

Skupno je predvidenih 18 merilnih čepov. Točne lokacije z detajlom merilnega čepa so prikazane v risbah – detajli.

6.6.6 Potresna varovala

V obstoječem stanju so za preprečitev prečnega premika izvedena jeklena ušesa, ki so privarjena na spodnjo pasnico jeklenih nosilcev in se naslanjajo na jekleno sidrno pločevino ležišča. Ker so ta ušesa poškodovana in pod-dimenzionirana za prevzem računskih prečnih sil, se jih odstrani. Za preprečitev pomikov v vzdolžni smeri trenutno ni dodatnih ukrepov. Pri prekomernem pomiku se prekladna konstrukcija nasloni na zaledno steno.

Za preprečitev pomikov v prečni smeri po rekonstruiranem stanju so predvidene jeklene konzole, ki se jih privari na jeklene prečne nosilce. Dodatno se nad AB prečnikom podpore izvedejo AB bloki, kamor se te konzole v primeru prekomernega pomika naslonijo. Predviden je prosti hod med posamezno jekleno konzolo in AB blokom 2 cm. AB bloki služijo hkrati za namestitev dvigalk za menjavo ležišča.

Zaradi velikih pomikov prekladne konstrukcije pri potresu v vzdolžni smeri, se ta s potresnimi vezmi (togo povezavo) za prevzem hipnih obremenitev (STU – shock transmission unit) poveže s podpornim sistemom. S tem se prepreči zdrs med prekladno konstrukcijo in ležišči v vzdolžni smeri. Nosilnost posamezne potresne vez mora biti $F_{rd} \geq 1500 \text{ kN}$ v oseh 1 in 4 ter $F_{rd} \geq 750 \text{ kN}$ v oseh 2 in 3.

6.6.7 Ograje, hodniki in robniki

Na obeh straneh mostu sta predvidena robna venca s hodnikom za vzdrževalce, skupne širine 1,20 m z višino granitnih robnikov 20/13 cm, ki so dvignjeni 7 cm nad vozišče. Ob vozišču se na hodnik vgradi JVO H2, W4 (brez distančnika).

Vsled izogiba večje dodatne obtežbe na rekonstruiranem objektu se ograja za vzdrževalce vgradi na bočni strani robnih vencev. Ograji sta višine 1,2 m nad hodniki, ter sta izvedeni iz cevni profilov in vertikalnimi polnili.

Vsi elementi jeklenih ograj morajo biti vroče pocinkani, med seboj galvansko povezani in priključeni na sistem ozemljitve.

6.6.8 Ozemljitev

Vsi jekleni elementi (deli ograje, jeklena nosilna prekladna konstrukcija) morajo biti med seboj galvansko spojeni in povezani na obstoječo ozemljitev. V kolikor je ta poškodovana jo je potrebno obnoviti. Povezavo posameznih segmentov ograje se izvede z bakrenimi vodniki P/F preseka 16 mm².

6.6.9 Odvodnja na objektu

Ob rekonstrukciji krova mostu se obstoječ sistem odvodnje objekta v celoti ukine in odstrani, izdelava se nov sistem odvodnje po najnovejših smernicah.

Zaradi vijačenja prekladne konstrukcije oziroma spreminjajočega se prečnega padca voziščne konstrukcije z desne na levo stran je kanalizacija na objektu sestavljena iz dveh zaporednih kanalov. Meteorna voda na objektu se odvodnjava preko LTŽ mostnih izlivnikov s talnim vtokom in ekscentričnim 45° iztokom, ob desnem in levem robniku mostu. Izlivniki so pozicionirani na razmaku ca 3,5 – 10 m, speljani so v vzdolžni sistem odvodnje (AP cev DN250), ki se ob krajnima podporama v osi 1 in 4 navezuje na sistem odvodnje ceste, ki ima za revizijskim jaškom prosti iztok po brežini struge reke Save Bohinjke.

Kanalizacija »K-I« (Kanalizacija mostu – kanal I) se začne med osema 2 in 3 in zaključi v jašku DN100 ob oporniku v osi 4. Vzdolžna AP cev, DN250 pred opornikom v osi 4 zavije navzdol in se ob steni opornika spusti v tla.

Odvodnjavanje mostu poteka preko talnih izlivnikov z direktnim vtokom in ekscentričnim 45° iztokom na desnem robu vozišča. Vzdolžna odvodna cev se spusti pred krajnim opornikom v osi 4 navzdol in se priključi v revizijski jašek na strani opornika. Raster izlivnikov je zaradi majhnega vzdolžnega padca po večini 3,5 m, pri zadnjih izlivnikih pa se nekoliko poveča na 5 oziroma 7 m. Os izlivnikov je locirana 20 cm od desnega robnika in se navezuje na vzdolžno zbirno odvodno cev iz armiranega poliestra (AP) DN 250. Pred izlivnikom I-13 se vgradi čistilni izlivnik. Horizontalna odvodna cev teče pod konstantnim naklonom 0.50%. Odvodno cev vodimo ekscentrično glede na os izlivnikov in sicer je izmaknjena za 66 cm (da z odvodno cevjo ne pridemo v kolizijo s prednapetimi kablji, ki potekajo ob nosilcih). Ob desnem robniku vozišča se nad HI (v nivoju zaščitnega sloja asfalt-betona) izvede drenažno rebro širine 20 cm in debeline 3,0 cm (mešanica epoksidne smole in kamnite frakcije 8/16). Odvodna cev ima ob steni opornika nameščen EPDM kompenzator, ki omogoča pomike -80 mm do +80 mm.

Kanalizacija »K-II« (Kanalizacija mostu – kanal II) se začne med osema 2 in 3 in zaključi v jašku cestne odvodnje DN100 ob krajnem oporniku v osi 1. Vzdolžna AP cev, DN250 pred opornikom v osi 1 zavije navzdol in se ob steni opornika spusti v tla.

Odvodnjavanje mostu poteka preko talnih izlivnikov z direktnim vtokom in ekscentričnim 45° iztokom na levem robu vozišča. Vzdolžna odvodna cev se spusti pred krajnim opornikom v osi 1 navzdol in se priključi v revizijski jašek na strani opornika. Raster izlivnikov je zaradi majhnega vzdolžnega padca 3,5 m, proti krajnemu oporniku pa se postopoma poveča na 10 m. Os izlivnikov je locirana 20 cm od levega robnika in se navezuje na vzdolžno zbirno odvodno cev iz armiranega poliestra (AP) DN 250. Pred izlivnikom II-16 se vgradi čistilni izlivnik. Horizontalna odvodna cev teče pod konstantnim naklonom 0.50%. Odvodno cev vodimo ekscentrično glede na os izlivnikov in sicer je izmaknjena za 66 cm (da z odvodno cevjo ne pridemo v kolizijo s prednapetimi kablji, ki potekajo ob nosilcih). Ob levem robniku vozišča se nad HI (v nivoju zaščitnega sloja asfalt-betona) izvede drenažno rebro širine 20 cm in debeline 3,0 cm (mešanica epoksidne smole in kamnite frakcije 8/16). Odvodna cev ima ob steni opornika nameščen EPDM kompenzator, ki omogoča pomike -80 mm do +80 mm.

Odvodnja objekta je obdelana v zvezku 2/1.5 – Odvodnjavanje meteornih voda.

6.6.10 Zasipi in prehodne plošče

Pri krajnem oporniku v osi 5 izvedemo novo enojno prehodno ploščo dolžine 3,7 m in debeline 25 cm.

Zasipni klin za objektom mora biti izveden tako, da bodo posedanja čim manjša. Vgrajevanje materiala se izvede po plasteh do debeline 30 cm. Zgornji del nasipa, ki sega ca. 75 cm (planum posteljica) pod niveleto mora imeti nosilnost $E_v2 = 80$ MPa in zbitost 100% po Proctorju.

6.6.11 Hidroizolacija zasutih površin

Novi konstrukcijski elementi, ki so v stiku z zemljino so izdelani iz vodotesnega betona (PV-II), omejitvijo razpok na 0,2 mm ter nabrekajočega tesnilnega traku v delovnih stikih.

6.7 Varovanje gradbene jame

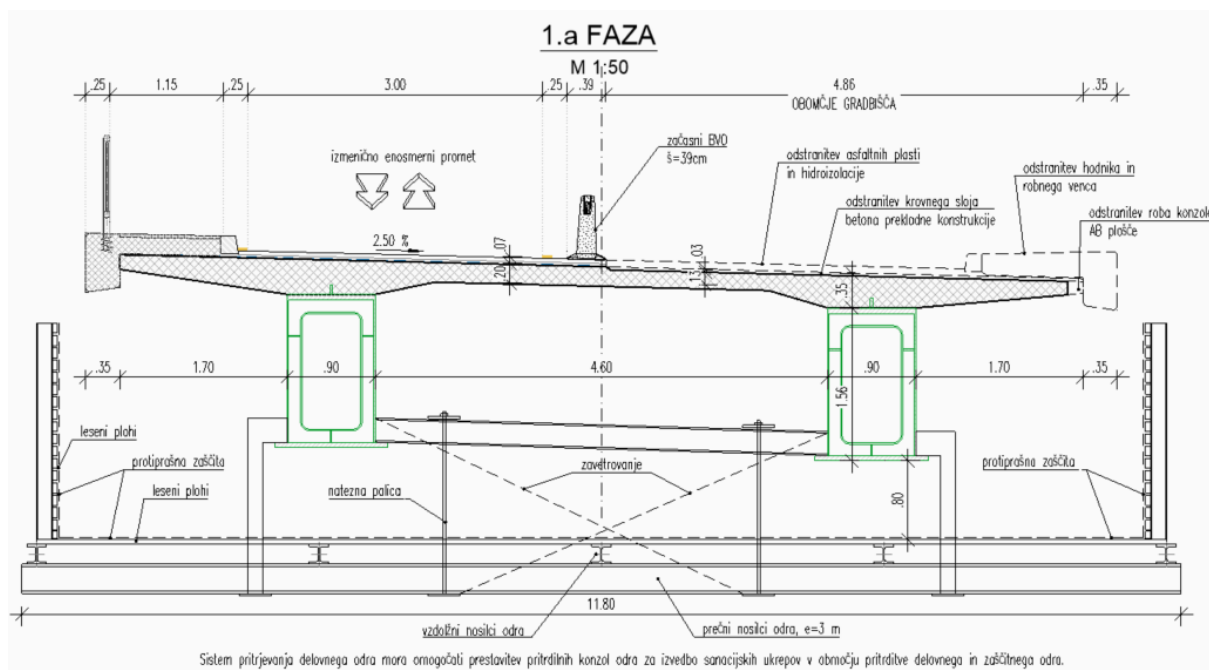
Zaradi faznosti izvedbe je pri izvedbi nove zaledne stene pri krajnih podporah v osi 1 in 4 potrebno izvesti varovanje gradbene jame za opornikom vzdolž prometnega pasu. Predvideno je varovanje po principu »berlinske stene«. Varovanje je shematsko prikazano v risbah. Detajlno obdelavo in dimenzioniranje je potrebno izvesti s sklopu priprave tehnološkega elaborata.

6.8 DELOVNI ODER

Delovni in zaščitni oder za izvedbo rehabilitacije mostu se izvede pod obstoječim mostom. Med obstoječima jeklenima nosilcema se na previsni del spodnje pasnice namestijo prečni nosilci, na katere se preko jeklenih zateg pritrdi delovno zaščitni oder. Možno je tudi obešanje preko zateg, ki se jih pritrdi na zg. površini voziščne AB plošče.

Zaščitni oder se predvidi tako, da preprečuje odpadanje ostankov čiščenja (odpadli korozijski produkti, ostanki starih nanosov AKZ zaščite ter peskalna zrna) v reko Savo Bohinjko. Za zagotovitev zaščite se na zgornji strani odra izvede npr. vodo-neprepustna zaščitna folija ali platno. Na zaščitnem odru se izvede tudi bočne zaščite. Pri izbiri nosilnega sistema odra in detajlni zasnovi je potrebno upoštevati možno vgradnjo kablov za prednapenjanje.

Delovni oder se izvede skladno s tehnološkim elaboratom delovnih odrov, ki ga pripravi izvajalec ob upoštevanju zgornjih zahtev.



Shematski prikaz delovnega odra

Delovno zaščitni oder je potrebno detajlno obdelati in dimenzionirati na izbrani tehnološko opremo v TEE elaboratu, ki ga pripravi izbrani izvajalec. V kolikor bo v pripravi dela predvideno odlaganje težjih elementov na delovnem odru, je to potrebno upoštevati pri dimenzioniranju. Možna je tudi alternativna zasnova delovnega odra s pomičnimi sistemi.

6.9 TEHNOLOGIJA IZVEDBE

Predvideni čas rekonstrukcije mostu je 8 mesecev pod polovično izmenično-enosmernim prometnim režimom in delno pod popolno zaporo z urejenim obvozom.

Predvidene so naslednje glavne delovne faze:

FAZA 1a

- Preusmeritev in zavarovanje prometa na levi strani objekta,
- montaža obešenega delovnega odra po celotni dolžini prekladne konstrukcije,
- postavitve dodatnih odrov za sanacijo in rekonstrukcijo podpornega sistema,
- odstranitev obstoječe ograje, hodnika in robnega venca na desni strani objekta,
- odstranitev obstoječi asfaltnih slojev in HI na desni polovici objekta,
- geodetski posnetek vrha obstoječe plošče v prečnih profilih,
- odstranitev elementov obstoječe odvodnje in dilatacije na desni polovici objekta,
- odstranitev zgornjega kontaminiranega sloja betona AB voziščne plošče na desni polovici,
- čiščenje in protikorozijska zaščita obstoječe razkrite armature,
- čiščenje komplet jeklene konstrukcije in pregled očiščenih jeklenih nosilcev ter označba vseh poškodovanih mest,
- postavitve šotorov v območju gradbišča za pripravo elementov na licu mesta,
- odstranitev krovne plasti betona.

FAZA 1b

- Izvedba rekonstrukcije / sanacije desnega in levega jeklenega nosilca (sanacija poškodovanih mest),
- izvedba ojačitev prečnih jeklenih nosilcev (skupaj z deviatorji v območju podpor),
- izvedba sidrišč, deviatorjev in potrebnih ojačitev ter rekonstrukcij za kable za prednapenjanje,
- izvedba jeklenih lamel v notranjosti nosilcev,
- izvedba jeklenih lamel na spodnjih pasnicah nosilcev vzporedno z zamenjavo ležišč na posamezni podpori v oseh 2, in 3 (dela se izvajajo v fazi 1b, 2a in 2b),
- izvedba betonskih ojačitev vzporedno z vgradnjo jeklenih lamel (predhodno potrebno izvesti AKZ),
- vgradnja novih izlivnikov v predhodno izvedene luknje,
- vgradnja nove armature – mozniki za strižno povezavo ter dodatne zgornje armature nadbetona,
- dobetoniranje zgornje površine voziščne plošče,
- rekonstrukcija desne polovice zaledne stene opornika v osi 5,
- vgradnja HI pod hodniki, vgradnja robnikov in izvedba hodnika z robnim vencem na desni strani objekta,
- izvedba HI v območju asfalta na desni polovici,
- vgradnja nove dilatacije pri obeh krajnih opornikih preko ½ širine vozišča,
- izvedba zaščitnega sloja asfalt-betona na desni polovici.

FAZA 1a in 1b predvideno trajanje 4 mesece. Od tega 6 dni popolna zapora, 4 dni poldnevna popolna zapora, preostalo izmenično enosmerni promet po levi strani objekta.

FAZA 2a

- Preusmeritev in zavarovanje prometa na desno stran objekta,
- odstranitev obstoječe ograje, hodnika in robnega venca na levi strani objekta,
- odstranitev obstoječi asfaltnih slojev in HI na levi polovici objekta,
- geodetski posnetek vrha obstoječe plošče v prečnih profilih,
- odstranitev elementov obstoječe odvodnje in dilatacije na levi polovici objekta,
- odstranitev zgornjega kontaminiranega sloja betona AB voziščne plošče na levi polovici,
- čiščenje in protikorozijska zaščita obstoječe razkrite armature,
- izvedba jeklenih lamel na obeh nosilcih vzporedno z zamenjavo ležišč na posamezni podpori v oseh 2, in 3 ter izvedba betonskih ojačitev (nadaljevanje iz faze 1b),
- vgradnja novih izlivnikov v predhodno izvedene luknje.

I. FAZA 2b

- Vgradnja nove armature – mozniki za strižno povezavo ter dodatne zgornje armature nadbetona,
- dobetoniranje zgornje površine voziščne plošče,

- rekonstrukcija leve polovice zaledne stene opornika v osi 5,
- vgradnja HI pod hodniki, vgradnja robnikov in izvedba hodnika z robnim vencem na desni strani objekta,
- montaža jeklene varnostne ograje in ograje za vzdrževalce na levi strani objekta,
- izvedba HI v območju asfalta na desni polovici,
- vgradnja nove dilatacije pri obeh krajnih opornikih preko ½ širine vozišča,
- izvedba zaščitnega sloja asfalt-betona na desni polovici.

II. FAZA 3

- Vgradnja in prednapenjanje kablov skladno z elaboratom prednapenjanja,
- vgradnja preostalega sistema odvodnjavanja in priključitev na predhodno vgrajene izlivnike,
- odstranitev delovnih in zaščitnih odrov,
- geodetski posnetek vrha zaščitnega asfalt-betona in robnikov preko celotne širine objekta,
- izvedba izravnalnega in obrabnega sloja asfalt-betona,
- sanacija brežine pri vmesni podpori v osi 3,
- preostala zaključna dela.

FAZA 2a do 3 predvideno trajanje 3-4 mesece. Od tega 6 dni popolna zavora, 6 dni poldnevna popolna zavora, preostalo izmenično enosmerni promet po desni strani objekta.

Dvig in spust konstrukcije za zamenjavo ležišč se izvede pod **polno poldnevno zavoro prometa** v času manjše obremenitve v prometu (npr. med 9 in 14 uro). Dela se izvedejo hkrati z vgradnjo jeklenih lamel na spodnji pasnici in sanacijo zgornjega dela podpore.

Protikorozijska zaščita se izvaja sproti glede na napredek izvedbe rekonstrukcije in ojačitev na očiščene površine.

Zamenjava dilatacij se izvede v 2 fazah vzporedno z zgoraj opisanimi fazami pod enosmernim izmeničnim prometom. Sanacija podpornega sistema se izvede prav tako vzporedno z zgoraj opisanimi fazami.

Sanacija plafona AB plošče (nanos reparaturne malte in strjevanje do min. tlačne in upogibne trdnosti) se izvede pod **polno vikend zavoro** vzporedno s fazami od 1a do 2b.

Rekonstrukcijo in ojačitev jeklenih nosilcev se izvede delno pod **polno vikend zavoro** (skupaj s sanacijo plafona AB plošče) in delno pod enosmernim izmeničnim prometom.

V času popolnih zavor je promet urejen po lokalnih oz. regionalnih cestah (glej 2/2 načrt ceste).

Trajanje popolnih zavor v prometu:

Opis del	Opomba	TRAJANJE posamično	TIP ZAPORE	Prekrivanje z drugimi deli		Trajanje [dni]
				št. dni	opis	
Zamenjava ležišč	Skupno 8 ležišč - 4 podpore - dvig in zavarovanje konstrukcije - poldnevna zavora/podpora - spust konstrukcije - poldnevna zavora/podpora	8	POPOLNA poldnevna			8
Sanacija plafona AB plošče in rege med jeklenim nosilcem in AB ploščo	Predvideno območje sanacije, ki se izvede v enem taktu je cca. 150-300 m². - nanos malte R4 - strjevanje do minimalne tlačne in upogibne trdnosti - min. 24 ur po nanosu malte	12	POPOLNA vikend zavora			12
Rekonstrukcija/sanacija in ojačitev jeklenih nosilcev	Izvajanja del v času popolne zapore zaradi strjevanja malte, zaradi zamenjave dilatacij	12	POPOLNA vikend zavora	12	strjevanje malte	0
Izvedba dilatacij	Izvedba preklopa med 1. in 2. fazo*	2	POPOLNA poldnevna			2
Izvedba zaključne plast asfalta		0				0
		TRAJANJE POPOLNE ZAPORE SKUPNO:		10		dni
		TRAJANJE POLDNEVNE POPOLNE ZAPORE SKUPNO:		12		dni

* po potrebi glede na izbrani tip dilatacije in način vgradnje

Zgoraj predvideno izvajanje del, ki zahteva popolno zaporo prometa, zavisi od tehnološke opreme izbranega izvajalca. V oceni trajanja je upoštevano sočasno izvajanje vseh neodvisnih del.

7 MATERIALI

7.1 OBSTOJEČA KONSTRUKCIJA

KONSTRUKCIJSKO JEKLO

Material glavne nosilne jeklene konstrukcije skladno z arhivsko dokumentacijo:

Oznaka po JUS	Oznaka po Evrokodu
ČO 0561	S355 JR
ČO 0562	S355 J0

Material prečnikov skladno z arhivsko dokumentacijo:

Oznaka po JUS	Oznaka po Evrokodu
ČO 0460	S275 JR
ČO 0461	S275 J0

Material zank in moznikov skladno z arhivsko dokumentacijo:

Oznaka po JUS	Oznaka po Evrokodu
ČO 0460	S275 JR

BETON in ARMATURA

Piloti, stebri, AB prečniki:	<i>Projektirano stanje (osnovni PZI)</i> Beton MB 300; Armatura Č 0200
Krajni podpori v osi 1 in 4:	Beton MB 300; Armatura Č 0200
AB plošča prekladne konstr.:	Beton MB 500; Armatura Č 0200

7.2 REKONSTRUKCIJA IN OJAČITVE

7.2.1 BETON in ARMATURA:

Krovna plošča preklad. konstr.:	C35/45 XC4, XD2, XF3 (vodotesni beton PV-II)
Robni venci s hodniki:	C30/37 XC4, XD3, XF4 (vodotesni beton PV-II)
Nosilna armatura:	B 500 S (B)

7.2.2 KONSTRUKCIJSKO JEKLO

Razred izdelave skladno s SIST EN 1090-2 → **EXC3 (mostovi)**

Ves vgrajeni jekleni material (pločevine, profili, dodatni material, spojna sredstva ...) mora biti opremljen s potrdili o kakovosti v skladu z zakonom o standardizaciji. Potrdila o kakovosti morajo biti stopnje najmanj 3.1. v skladu s standardom SIST EN 10204, razen za dodatni material, kjer je minimalna stopnja potrdila o kakovosti 2.2.

Obseg dodatnih preiskav osnovnega jeklenega materiala določi nadzorni organ na podlagi predloženih potrdil o kakovosti. V vseh fazah izdelave in montaže nosilne jeklene konstrukcije mora biti zagotovljena sledljivost materiala.

Osnovni material

- Osnovni material (profili, pločevine) elementov jeklene konstrukcije, je predviden v kakovosti S355 J2 po SIST EN 10025. Vsi vijačni sklopi morajo biti v skladu s standardom SIST EN 14399. Vsi uporabljeni vijaki so visokovredni prednapeti vijaki kvalitete 10.9 sistema HV, skladno s standardom SIST EN 14399-4. Pri vsakem vijaku je potrebno uporabiti tudi dve podložki: pod matico (SIST EN 14399-5), ter pod glavo vijaka (SIST EN 14399-6).
- Vijaki so polno prenapeti.
- Vsi uporabljeni konstrukcijski elementi se dobavljajo v skladu z standardi:
 - SIST EN 10025-1:2004 Vroče valjani izdelki iz konstrukcijskih jekel – 1.del: Splošni in tehnični dobavni pogoji, in morajo biti opremljeni z »CE« znakom.

- Podobno velja za dobavljen dodajni material za varjenje, ki se dobavlja v skladu z standardom:
 - SIST EN 13479:2005 Dodajni material za varjenje – Splošni produktni standard za dodajne materiale in praške za talilno varjenje kovinskih materialov.
- Pločevine debeline 30 mm in več morajo biti z UZ pregledane na večplastnost
- Mozniki – trni za zagotavljanje sovprege Nelson $\Phi 19$ mm S235 J2G3 + C450

Izvedba varjenih spojev

- Varjenje se mora izvajati v skladu z varilnim planom, ki ga izdela izvajalec jeklene konstrukcije, potrdi pa strokovni nadzor. Izvajalec mora v okviru izdelave plana kontrole kvalitete izdelati tudi plan kontrole kvalitete zvarov, ki mora biti potrjen s strani strokovnega nadzora. Z namenom, da bi se zagotovil ustrezen nadzor nad postopkom varjenja, mora biti varilni koordinator na razpolago med izvajanjem varjenja.
- Pred izvajanjem varilskih del mora izvajalec določiti odgovornega koordinatorja varilskih del.
- Za predvidene varilne postopke morajo biti izdelani popisi varilnega postopka (WPS) in odobritve varilnega postopka (WPAR) v skladu z SIST EN 288.
- Varilne deformacije predvidi izvajalec.
- Varijo lahko le varilci z uspešno opravljenim preizkusom za uporabljeni način in položaj varjenja.
- Varilci morajo imeti opravljen kvalifikacijski preizkus v skladu s standardom SIST EN 287-1.

7.2.3 JEKLO ZA PREDNAPENJANJE:

Lastnosti jekla za prednapenjanje v skladu s standardom SIST EN 1992-1-1 in EN 10138.

Tip pramena: Y1860 S7 15,7 skladno z EN10138-3
 $(D_{nom} = 15,7\text{ mm}, A_s = 150\text{ mm}^2, g = 1,172\text{ kg/m})$

Trdnost: $f_{p0,1k}/f_{pk} = 1600/1860$

Elastični modul: $E_p = 195000\text{ MPa}$

Relaksacija: razred 2
 $\rho_{2000} \leq 5,0\%$ pri $0,7 \times f_{pk}$ po 2000 urah

Tip kabla 22x15,7:

Število pramenov v kablu: 22 pramen 15,7mm

Površina prereza kabla: $A_{k1(19)} = 22 \times 150\text{ mm}^2 = 33,0\text{ cm}^2$

Masa kabla: $g_{k1(19)} = 22 \times 1,172 = 25,78\text{ kg/m}$

Kable za prednapenjanje se vgradi v visoko trdnostne polietilenske cevi HDPE premera $\Phi 125$ mm, ki jih po zaključenem prednapenjanju zinjektiramo s cementno maso. Na glave kablov se namestijo permanentni pokrovi, ki se jih zapolni z injektirno maso (voskom).

7.2.4 REPARATurna MALTA

Pri sanaciji betonskih površin se uporabijo polimerne cemente sanacijske malte R4, ki so v skladu z EN 1504. Vgradnja skladno z navodili proizvajalca.

8 STATIČNI IZRAČUN

Statični izračun je bil izveden v skladu z naslednjimi Evrokod predpisi:

- SIST EN 1990 Evrokod 0: Osnove projektiranja konstrukcij
- SIST EN 1991 Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije
- SIST EN 1992 Evrokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcij
- SIST EN 1993 Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij
- SIST EN 1994 Evrokod 4: Projektiranje sovprežnih konstrukcij
- SIST EN 1997 Evrokod 7: Geotehnično projektiranje
- SIST EN 1998 Evrokod 8: Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij

Skladno z Evrokod predpisi in projektno nalogo je upoštevana prometna obtežba LM1. Prilagoditveni (redukcijski) faktor smo upoštevali z $\alpha_Q = 0,8$. V izračunu je upoštevano, da je po rekonstrukciji ostala oslabitev prereza maksimalno 5 % (spregledane manjše poškodbe, nepopravljiva mesta, itd...). Kar smo v izračunu upoštevali po celotni dolžini objekta.

Geometrijo objekta, kot vse pločevine posameznih nosilnih elementov smo privzeli iz arhivske dokumentacije. Ker arhivska dokumentacija ne vsebuje komplet risb jeklene konstrukcije, vendar bolj sheme, je potrebno pri izvedbi morebitna odstopanja debelin pločevin od privzetih (vse privzete debeline in mere posameznih pločevin podane na risbah jeklene konstrukcije) posredovati projektantu v vednost. V sklopu detajlnega pregleda konstrukcije so bile izvedene tudi meritve pločevin na izbranih mestih, ki so dobro sovpadale s privzetimi pločevinami.

Račun rekonstruiranega stanja mostu je izveden s programom Sofistik na podlagi prostorskega MKE modela z linijskimi in ploskovnimi elementi. Pri izračunu so upoštewane faze gradnje, obtežbe po Evrokod predpisih in časovni vplivi. Izračunane so deformacije, notranje sile, pomiki in napetosti v prekladni konstrukciji. Dodatno so izvedene še lokalne analize na prostorskih lupinastih modelih jeklenih nosilcev.

Glede na računsko analizo s trenutno veljavnimi predpisi je pri rekonstruiranem stanju potrebno izvesti bistvene ojačitve glavnih nosilcev za zagotovitev potrebnih kriterijev nosilnosti po Evrokod predpisih. Ojačitve se izvedejo z izvedbo prednapetih kablov v območjih, kjer so na obstoječih jeklenih nosilcih prekoračene natezne napetosti ter z jeklenimi lamelami in dodatno betonom visoke trdnosti, kjer pride do prekoračitve tlačnih napetosti na obstoječih elementih jeklenih nosilcev.

Sistem potresnega varovanja je bil izbran tako, da zagotavlja potresno varnost konstrukcije v največji možni meri. Potresna varovala zagotavljajo, da se potresne sile prenašajo direkt na podpore in ne pride do prekomernega pomika ležišč in posledično zdrsa prekladne konstrukcije. Izračunane so bile različne variante in sicer:

- varianta brez STU,
- STU na vmesnih podporah,
- STU na podporah v oseh 2,3 in 4 ter
- **STU na vseh podporah.**

Slednja se je izkazala za najbolj ugodno. Vgrajena armatura podpor v oseh 2,3 in 4 zadošča za prevzem sil iz potresne analize za povratno dobo potresa 475 let. Pri podpori 1 pa pride do prekoračitve vgrajene armature v zgornjem delu stebrov (os 1 in 4 imata različno armaturo glede na arhivsko dokumentacijo). Ta računsko prekoračitev nosilnosti je izmed možnih variant varovanja najnižja. Potrebno je dodati, da pri analizi nismo upoštevali zemeljskega odpora za oporniki, ki praviloma zmanjša potresne vplive na krajne podpore.

Zaradi računske prekoračitve nosilnosti v podpori 1 je bila dodatno izvedena potresna analiza za potres s povratno dobo 95 let. Računska nosilnost je v tem primeru zagotovljena.

9 MONITORING in OBREMENILNI PREIZKUS

Vse faze: odstranitev obstoječega krova, rekonstrukcijska in ojačitvena dela na jeklenih nosilcih, **prednapenjanje kablov** se mora spremljati z meritvami. Izvedejo se geodetske meritve in meritve napetosti v ključnih elementih jeklene konstrukcije.

Meritve se izvedejo po predvidenem programu monitoringa v času rekonstrukcije za določene faze in na podanih mestih. Pred izvedbo meritev izvajalec pripravi detajlni program monitoringa, ki ga naročniku in strokovnemu nadzoru pošlje v pregled in potrditev.

Po rekonstrukciji se zaradi spremembe nosilnosti mostu izvede tudi obremenilni preizkus. Točen tip vozil in njihova skupna masa za obremenilni preizkus določi inštitucija, ki bo obremenilni preizkus izvedla.

10 ZAKLJUČEK

Izvajalec del mora pred pričetkom del detajlno pregledati vso razpoložljivo dokumentacijo ter o nejasnostih obvestiti projektanta. Za vse postopke, opremo, materiale in detajle, ki niso posebej navedeni, veljajo splošni in posebni pogoji investitorja ter ostale priznane tehnične norme, predpisi in standardi. Izvajalec mora pridobiti za uporabljene materiale ustrezne ateste.

Izvajalec mora s svojo organizacijo del zagotoviti varnost pri delu (obdelati v elaboratu varstva pri delu) ter voditi vso s predpisi in tenderjem zahtevano tehnično dokumentacijo.

Predvidena rehabilitacija mostu z rekonstrukcijo in ojačitvijo glavnih nosilnih elementov objekta je iz izvedbenega vidika precej zahtevna. Da se doseže predvideno ojačitev in s tem nosilnost konstrukcije, je potrebna dobra in zelo natančna izvedba.

Predhodno potrjena varianta rekonstrukcije mostu se je tekom PZI-ja s pripravo vseh detajlov in rešitev izkazala za precej drago rešitev, z ocenjenim stroškom cca. 2600 €/m², in tehnično zelo zahtevno za izvedbo ob obsežnih prometnih zaporah.

Predlagamo ponovni razmislek ob gradnji nadomestnega mostu na sosednji lokaciji, kar bi omogočala tudi praktično neoviran promet.

O začetku del je potrebno pravočasno pisno obvestiti vse Mnenje-dajalce.

Ljubljana, oktober 2023

Dopolnjeno po recenziji in reviziji, oktober 2024

Pripravila:

David Pesek, u.d.i.g.

Iztok Turk, u.d.i.g.